ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 3EE7962F03675FD1CCC681245B854EBA
Владелец: Гогаев Олег Казбекович
Действителен: с 04.12.2023 до 26.02.2025

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет»
(ФГБОУ ВО Горский ГАУ)

Кафедра землеустройства и экологии

ОСНОВЫ БИОТЕХНОЛОГИИ

учебное пособие для обучающихся по специальности

35.02.05 Агрономия

ВЛАДИКАВКАЗ 2023

УДК 53 : 632

Составитель: Сабанова А.А.

Рецензент: Лазаров Т.К. – д-р с.-х. наук, доцент, декан агрономического факультета ФГБОУ ВО Горский ГАУ

Основы биотехнологии: учебное пособие / Составитель: А.А. Сабанова – Владикавказ: ФГБОУ ВО Горский ГАУ, 2023 – 93 с.

Приведен теоретический материал для изучения дисциплины основы биотехнологии. Обозначенные в пособии методические установки позволяют систематизировать знания по основам биотехнологии.

Для обучающихся по специальности 35.02.05 Агрономия

.

© Издательство ФГБОУ ВО Горский ГАУ, 2023
© Сабанова А.А.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Предмет, объекты и значение биотехнологии……	4
	Содержание и задачи предмета……	4
	Объекты и методы биотехнологии……..	4
	Этапы развития биотехнологии……	5
2.	Основы молекулярной биологии…….	11
	Молекулярная биология – основа генетической инженерии……..	11
	Ферменты генетической инженерии……	12
	Конструирование рекомбинантных ДНК……	13
3.	Генетическая инжененрия растений……	18
	Методы трансформации растительных клеток и улучшение качества и продуктивности растений…….	18
	Получение трансгенных растений, устойчивых к стрессовым условиям, фитопатогенам, насекомым и гербицидам……..	21
4.	Клеточная и тканевая биотехнология в растениеводстве……..	28
	Культура клеток и тканей……..	28
	Клональное микроразмножение растений……...	34
5.	Генетические основы биотехнологии в симбиотической азотфиксации..	42
	Гены азотфиксации и их регуляция……..	42
	Бобово-ризобиальный симбиоз и повышение эффективности биологической фиксации азота…….	45
6.	Биотехнология кормовых препаратов……..	45
	Получение кормовых белков…….	45
	Производство незаменимых аминокислот и кормовых витаминов……..	59
	Производство кормовых витаминных препаратов……..	64
7.	Биотехнологические альтернативы в сельском хозяйстве…….	74
	Защита растений от фитопатогенов и возможности генной инженерии..	74
	Биопестициды……..	75
	Биологические удобрения……..	86
	Литература……	93

1. ПРЕДМЕТ, ОБЪЕКТЫ И ЗНАЧЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИИ.

Содержание и задачи предмета.

Биотехнология – это наука об использовании биологических процессов в технике и промышленном производстве. Название ее происходит от греческих слов bios – жизнь, technos – умение, мастерство, logos – слово, учение, наука. К числу биологических процессов относят те из них, в которых применяют биологические объекты различной природы микробной, растительной или животной, например, производство ряда продуктов медицинского, пищевого, сельскохозяйственного и другого назначения – антибиотики, ферменты, пищевой и кормовой белки, гормоны, алкалоиды, удобрения, биогаз и другие.

В соответствии с определением Европейской Федерации Биотехнологов биотехнология базируется на интегральном использовании биохимии, микробиологии и инженерных наук в целях промышленной реализации способностей (возможностей) микроорганизмов, культур клеток тканей и их частей. Уже в самом определении предмета отражено его местоположение как пограничного, благодаря чему результаты фундаментальных исследований в области биологических, химических и технических наук приобретают выражено прикладное значение.

Биотехнология – это дитя XX века, появившееся после рождения еще двух технологий – электроники и ядерной технологии. Функцию биотехнологии можно охарактеризовать как целенаправленное превращение материи и энергии с помощью организмов или продуктов их жизнедеятельности.

Биотехнология непосредственно связана с общей биологией, микробиологией, ботаникой, зоологией, анатомией и физиологией, биологической, органической, физической и коллоидной химией, иммунологией, биоинженерной электроникой, технологией лекарств, генетикой и другими науками.

В широком смысле биотехнологию можно определить как использование механизмов функционирования живой клетки для получения высокоэффективных форм живых организмов с заранее заданными свойствами, полезными для хозяйственной деятельности человека.

В более узком смысле это получение организмов с заданными свойствами на основе достижений молекулярной биологии и генной инженерии.

Объекты и методы биотехнологии.

Биотехнология как наука является важнейшим разделом современной биологии, которая, как и физика, стала в конце XX в. одним из ведущих приоритетов в мировой науке и экономике.

Всплеск исследований по биотехнологии в мировой науке произошел в 80-х годах, когда новые методологические и методические подходы обеспечили переход к эффективному их использованию в науке и практике и возникла реальная возможность извлечь из этого максимальный экономический эффект. По прогнозам,

уже в начале 21 века биотехнологические товары будут составлять четверть всей мировой продукции.

В нашей стране значительное расширение научно-исследовательских работ и внедрение их результатов в производство также было достигнуто в 80-е годы. В этот период в стране была разработана и активно осуществлялась первая общенациональная программа по биотехнологии, были созданы межведомственные биотехнологические центры, подготовлены квалифицированные кадры специалистов-биотехнологов, организованы биотехнологические лаборатории и кафедры в научно-исследовательских учреждениях и вузах.

Однако в дальнейшем внимание к проблемам биотехнологии в стране ослабло, а их финансирование сокращено. В результате развитие биотехнологических исследований и их практическое использование в России замедлилось, что привело к отставанию от мирового уровня, особенно в области генетической инженерии.

Что касается более современных биотехнологических процессов, то они основаны на методах рекомбинантных ДНК, а также на использовании иммобилизованных ферментов, клеток или клеточных органелл. Современная биотехнология — это наука о генно-инженерных и клеточных методах и технологиях создания и использования генетически трансформированных биологических объектов для интенсификации производства или получения новых видов продуктов различного назначения.

В рамках изучаемого курса можно выделить 3 основных части:

1. *Промышленная биотехнология*, где рассматриваются общие принципы осуществления биотехнологических процессов, происходит знакомство с основными объектами и сферами применения биотехнологии, рядом крупномасштабных промышленных биотехнологических производств, использующих микроорганизмы.

2. *Клеточная инженерия*. Основная цель этого раздела – *знакомство* с методами ведения культур клеток и практическим использованием этих объектов. В рамках этого раздела выделяют *культивирование растительных клеток* и *методы культивирования животных клеток*, так как подходы к культивированию этих объектов различаются в силу их принципиальных биологических различий. Клеточная биотехнология обеспечила ускоренное получение новых важных форм и линий растений и животных, используемых в селекции на устойчивость, продуктивность и качество; размножение ценных генотипов, получение ценных биологических препаратов пищевого, кормового и медицинского назначения

3. *Генная инженерия*. Высшим достижением современной биотехнологии является генетическая трансформация, перенос чужеродных генов и других материальных носителей наследственности в клетки растений, животных и микроорганизмов, получение трансгенных организмов с новыми или усиленными свойствами и признаками. По своим целям и возможностям в перспективе это направление является стратегическим. Оно позволяет решать коренные задачи селекции биологических объектов на устойчивость, высокую продуктивность и качество продукции при оздоровлении экологической обстановки во всех видах производств. Однако для достижения этих целей предстоит преодолеть огромные трудности в повышении эффективности генетической трансформации и прежде

всего в идентификации генов, создании их банков клонирования, расшифровке механизмов полигенной детерминации признаков и свойств биологических объектов, обеспечении высокой экспрессии генов и создании надежных векторных систем. Уже сегодня во многих лабораториях мира, в том числе и в России, с помощью методов генетической инженерии созданы принципиально новые трансгенные растения, животные и микроорганизмы, получившие коммерческое признание.

Современная биотехнология тесно стыкуется с рядом научных дисциплин, осуществляя их практическое применение или же являясь их основным инструментом (рис. 1).

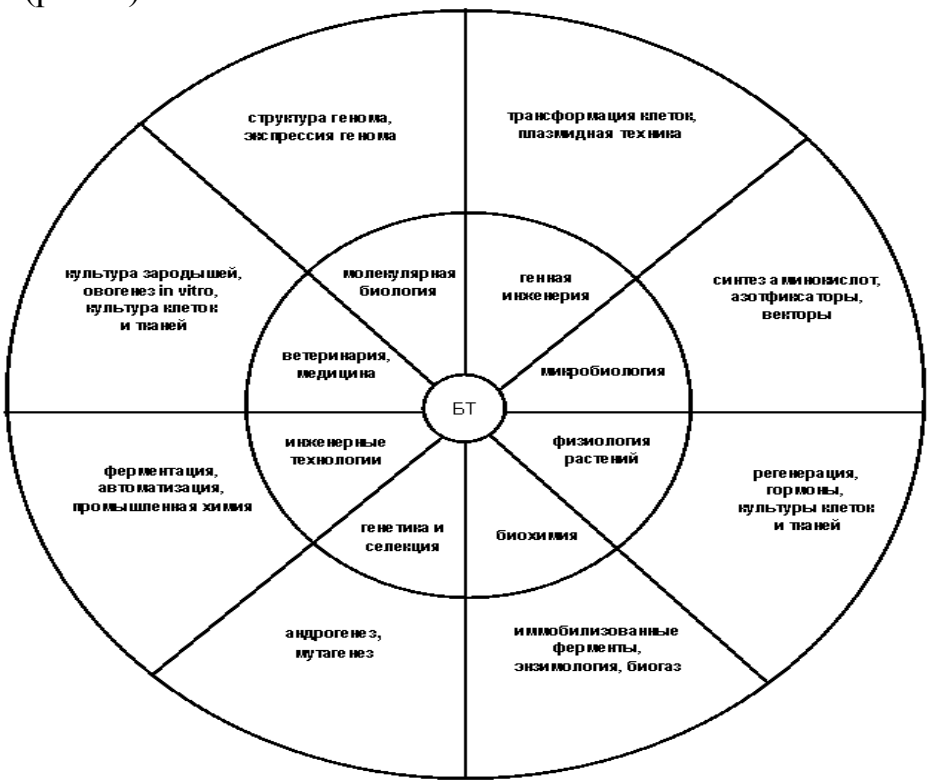


Рис. 1. Связь биотехнологии с другими науками
(по В.И.Кефели, 1989)

В молекулярной биологии использование биотехнологических методов позволяет определить структуру генома, понять механизм экспрессии генов, смоделировать клеточные мембраны с целью изучения их функций и т.д. Конструирование нужных генов методами генной и клеточной инженерии позволяет управлять наследственностью и жизнедеятельностью животных, растений и микроорганизмов и создавать организмы с новыми полезными для человека свойствами, ранее не наблюдавшимися в природе.

Микробиологическая промышленность в настоящее время использует тысячи штаммов различных микроорганизмов. В большинстве случаев они улучшены путем индуцированного мутагенеза и последующей селекции. Это позволяет вести широкомасштабный синтез различных веществ.

Некоторые белки и вторичные метаболиты могут быть получены только путем культивирования клеток эукариот. Растительные клетки могут служить источником ряда соединений - атропин, никотин, алкалоиды, сапонины и др. Клетки животных и

человека также продуцируют ряд биологически активным соединений. Например, клетки гипофиза - липотропин, стимулятор расщепления жиров, и соматотропин - гормон, регулирующий рост.

Созданы перевиваемые культуры клеток животных, продуцирующие моноклональные антитела, широко применяемые для диагностики заболеваний. В биохимии, микробиологии, цитологии несомненный интерес вызывают методы иммобилизации как ферментов, так и целых клеток микроорганизмов, растений и животных. В ветеринарии широко используются такие биотехнологические методы, как культура клеток и зародышей, овогенез in vitro, искусственное оплодотворение. Все это свидетельствует о том, что биотехнология станет источником не только новых продуктов питания и медицинских препаратов, но и получения энергии и новых химических веществ, а также организмов с заданными свойствами.

Этапы развития биотехнологии.

Наука формировалась и эволюционировала по мере формирования и развития человеческого общества. Это непосредственно относится и к биотехнологии. Ее возникновение, становление и развитие условно можно подразделить на 4 периода: эмпирический, этиологический, биотехнический и генотехнический.

Эмпирический – самый длительный, охватывающий примерно 8000 лет, из которых более 6000 лет – до нашей эры и около 2000 лет – нашей эры. Древние народы того времени интуитивно использовали приемы и способы изготовления хлеба, пива и некоторых других продуктов, которые теперь мы относим к разряду биотехнологических. Кризис охотничьего промысла (хозяйства) стал побудительным мотивом революции в изготовлении продуктов питания. Эта революция началась около 8000 лет тому назад и привела к изобретению техники земледелия – началу производительного ведения хозяйства (неолит и бронзовый века). Стали формироваться так называемые приречные цивилизации Месопотамии, Египта, Индии и Китая.

Шумеры – первые жители Месопотамии (на территории современного Ирака) создали цветущую в те времена цивилизацию. Они выпекали хлеб из кислого теста, владели искусством готовить пиво (около 10 сортов). В этом следовали им ассирийцы и вавилоняне, жившие также в Месопотамии, египтяне и древние индусы.

В течение нескольких тысячелетий известен уксус, издревле изготавливающийся в домашних условиях, хотя о микробах, индукторах этого процесса мир узнал только в 1868, благодаря работам Луи Пастера, и это несмотря на существование с XIV века так называемого «Орлеанского» способа приготовления уксуса; первая дистилляция вина осуществлена в XI веке; водку из хлебных злаков получили в XVI в.; шампанское известно с XVIII века, но получение почти абсолютного этанола впервые удалось в XIV веке испанцу Раймунду Луллию (около 1235-1315) благодаря перегонке вина с негашеной известью.

В те древние времена продукты питания растительного и животного происхождения использовались не только в пищу, но и для лечебных целей.

Например, в ассирийской столице Ниневии (8-7 века до н.э.) была царская библиотека, насчитывавшая более 30000 клинописных табличек, из которых в 33 имелись сведения о лекарственных средствах и их рецептуре, и в самом городе размещался сад лекарственных растений. К тому же эмпирическому периоду относятся: получение кисломолочных продуктов, квашенной капусты, медовых алкогольных напитков, силосование кормов, мочка лубоволокнистых растений.

Длительное накопление фактов происходило и в области микологии (от греч. myces – гриб). Сведения о грибах можно найти в писанных источниках древности, а Луций Лициний Лукулл (106-58 г.г. до н.э.), славившийся богатством, роскошью и пирами («Лукуллов пир») предпочитал всем съедобным грибам кесарев гриб – Amanita cesabeae. В IV – I веках до н.э. были собраны интересные материалы о грибах, нашедших отражение в работах Аристотеля, Диоскорида, Плиния Младшего и Теофраста.

Таким образом, народы исстари пользовались на практике микробиологическими процессами, ничего не зная о микробах. Эмпиризм также был характерен и в практике использования полезных растений и животных.

Второй, этиологический (от греч. aitia – причина) период в развитии биотехнологии охватывает вторую половину XIX века и первую (половину) треть XX века (1856-1933 г.г.). Он связан с выдающимися исследованиями великого французского ученого Л. Пастера (1822 - 1895) – основоположника научной микробиологии и ряда микробиологических дисциплин (промышленной, медицинской, химической, санитарной). Это, по существу, бриллиантовый век микробиологии. Немеркнущая слава Л. Пастера не затмила имен его выдающихся учеников и сотрудников. Э. Дюкло, Э. Ру, Ш.Э. Шамберлана, Ж.А. Вильемена, И.И. Мечникова. В этот период творили Р. Кох, Д. Листер, Ш. Китазато, Г.Т. Риккетс, Д.И. Ивановский, А. Лаверан и др. Параллельно с Пастером трудился в Германии, а позднее во Франции, выдающий миколог А. Де Бари (1831 – 1888) – основоположник физиологической микологии, у которого учились Ф.И. Бальфур, И.В. Баранецкий, М. Бейеринк, О. Брефельд, М.С. Воронин, А. Кох, А.С. Фаминицин, С.Н. Виноградский и др.

В биотехнологии важными объектами являются питательные среды для культивирования микробов и других биообъектов: Луи Пастер приготовил первую жидкую питательную среду в 1859 г.; метод выращивания грибов на желатине предложил О. Брефельд в 1864 г.; Ш. Ролен сообщил о жидких средах для выращивания нитчатых грибов в 1870 г.; Р. Коху в 1876 г. удалось вырастить бациллы сибирской язвы в капле водянистой влаги, извлеченной из глаза погибшей коровы. В 80 годы XIX века Р. Кох предложил метод культивирования бактерий на стерильных ломтиках картофеля, а затем на агаризованных средах.

В настоящее время, предлагая самые сложные и необычные в каком-либо отношении среды для выращивания биообъектов, мы опираемся на основополагающие результаты этих выдающихся ученых.

Этиологический период знаменателен тем, что удалось доказать индивидуальность микробов и получить их в чистых культурах. Более того, каждый вид мог быть размножен на питательных средах и использован в целях

воспроизведения соответствующих процессов (бродильных, окислительных и др.). Например, маслянокислые бактерии и вызываемое ими маслянокислое брожение, уксуснокислые бактерии и окисление этанола до уксусной кислоты и т.д. В этот период начато изготовление прессованных пищевых дрожжей, а также некоторых продуктов обмена – ацетона, бутанола, лимонной и молочной кислот и т.д.; во Франции приступили к созданию биоустановок для микробиологической очистки сточных вод.

Знание причин биологических процессов еще не исключало нестерильные операции, хотя и стремились к использованию чистых культур микробов. Для всестороннего изучения морфофизиологических свойств и продуктов обмена микробов, все ранее предложенные способы их выращивания оказались малопригодными. Более того, накопление однородной по возрасту большой массы клеток оставалось исключительно трудоемким процессом. Вот почему требовался принципиально иной подход для решения многих задач в области биотехнологии.

Третий период – биотехнический. В 1933 г. А. Клюйвер и Л.Х. Перкин опубликовали работу «Методы изучения обмена веществ у плесневых грибов», в которой изложили основные технические приемы, а также подходы к оценке и интерпретации получаемых результатов при глубинном культивировании грибов. С этого времени и начинается третий период в развитии биотехнологии – биотехнический. Началось внедрение в биотехнологию крупномасштабного герметизированного оборудования, обеспечивающего проведение процессов в стерильных условиях.

Особенно мощный толчок в развитии промышленного биотехнологического оборудования был отмечен в период становления и развития производства антибиотиков (во время второй мировой войны 1939 – 1945 г.г., когда возникла острая необходимость в противомикробных препаратах для лечения больных с инфицированными ранами). Всё прогрессивное в области биологических и технических наук, достигнутое к тому времени, нашло свое отражение в биотехнологии. К этому времени были накоплены различные научные факты, которые стали побудительным мотивом для разработки способов крупномасштабного культивирования клеток различного происхождения. Это необходимо было для получения различных клеточных продуктов и самих клеток для нужд человека, и прежде всего, в качестве лечебных и профилактических средств: пенициллина, стрептомицина, тетрациклина, декстрана, ряда аминокислот и многих других веществ.

К 1950 г Ж. Моно (Франция) разработал теоретические основы непрерывного управляемого культивирования микробов. В пятидесятые годы вопросам практической реализации непрерывного культивирования микроорганизмов посвятили свои исследования М. Стефенсон, И. Малек, Н.Д. Иерусалимский и др.

Примерно за 40 лет третьего периода были решены основные задачи по конструированию, созданию и внедрению в практику необходимого оборудования, в том числе главного из них – биореакторов (ферментеров). Это оборудование используют и в настоящее время.

Четвертый период в биотехнологии – генотехнический (генно-инженерный) (от

греч. genesis – происхождение, возникновение, рождение) начался с 1972 года. В этом году П. Берг со своими сотрудниками в США создали первую рекомбинантную молекулу ДНК.

Естественно, что без фундаментальной работы Ф. Крика и Дж. Уотсона (1953) по установлению структуры ДНК было невозможно достигнуть современных результатов в области биотехнологии. Выяснение механизмов функционирования и регуляции ДНК, выделение и изучение специфических ферментов привело к формированию строго научного подхода к разработке биотехнологических процессов на основе генно-инженерных работ. В этом суть генотехнического периода.

Уже в 1982 г. поступил в продажу человеческий инсулин, выработанный кишечными палочками, несущими в себе искусственно встроенную генетическую информацию об этом гормоне.

На таком же уровне или с близким к тому заделом находятся следующие генно-инженерные препараты – интерфероны, фактор некротизации опухоли (TNF), интерлейкин – 2, соматотропный гормон человека и аналог его соматомедин Ц и другие.

Зная строение аппарата наследственности у разных организмов, удается манипулировать не только нуклеиновыми кислотами, но и целыми хромосомами (хромосомная инженерия) и клетками (клеточная инженерия).

Для генотехнического периода характерны разработка интенсивных процессов на основе направленных фундаментальных исследований:

а) с продуцентами антибиотиков, ферментов, аминокислот, витаминов; получение суперпродуцентов, несущих в себе бессмысленную генетическую информацию (например, гены интерферона в клетках Ps. aeruginosa);

б) создание необычных организмов ранее не существовавших в природе (неклубеньковых растений, несущих гены азотобактерий, ответственные за способность фиксировать N2 из воздуха);

в) разработка и внедрение экологически чистых и, по возможности, безотходных технологий;

г) разработка и внедрение в практику специальной аппаратуры блочного (сменного) типа для различных биотехнологических производств;

д) автоматизация и компьютеризация биотехнологических процессов;

е) создание экономически оптимальных производственных процессов при максимальном использовании сырья и минимальном потреблении энергии.

В любом биотехнологическом процессе самым важным звеном является биообъект, организм, «капризы» которого по любому поводу могут пагубно сказаться на результатах этого процесса.

В течение последних 10-15 лет прошлого столетия происходило бурное развитие биотехнологии, определились сферы приоритетного внедрения конкретных результатов биотехнологических разработок и как следствие появились такие названия как медицинская биотехнология, иммуннобиотехнология, инженерная энзимология, биогеотехнология, экологическая биотехнология, сельскохозяйственная биотехнология, промышленная (пищевая) биотехнология,

экономическая биотехнология и др.

2. ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ.

Молекулярная биология – основа генетической инженерии.

По А.А. Баеву, генетическая инженерия — это конструирование in vitro функционально активных генетических структур (рекомбинантных ДНК), или иначе – создание искусственных генетических программ. Рекомбинантые ДНК придают организму новые генетические и другие свойства.

Возникновение генетической инженерии связано прежде всего с развитием молекулярной биологии. Исследования, проведенные в этой области за последние десятилетия, позволили перейти от описания структуры и функции клеток на уровне органелл к установлению молекулярных механизмов протекающих в них процессов.

В конце 60-х годов многие исследователи считали, что молекулярные механизмы фундаментальных генетических процессов – репликации, транскрипции, трансляции, а также система их регуляции в основном изучены. Стройное, логичное здание молекулярной биологии, казалось, было в основном построено. Схема, показывающая строго однонаправленный поток генетической информации, ДНК-РНК- белок, была названа основной догмой молекулярной биологии и свидетельствовала о незыблемости возведенного здания. Правда, основные положения этой схемы были в основном показаны для кишечной палочки *Escherichia coli,* которая является прокариотическим организмом, не имеющим истинного ядра. Однако логичность и простота схемы давала возможность считать ее универсальной для всего живого, в том числе и для эукариотических организмов, имеющих ядро, к которым относятся животные, растения и человек.

Однако, несмотря на несомненные успехи молекулярной биологии прокариот, геном сложных организмов был практически недоступен для анализа. Изучение общих биохимических свойств клетки не давало надежды на установление деталей генетической организации: слишком велики были геномы эукариотических организмов и слишком сложно было проводить с ними какие-либо эксперименты. Для этого необходимо было, как минимум, научиться «разрезать» ДНК не в случайных, а в строго определенных местах, с точностью до одного нуклеотида. Возникла и другая проблема — невозможность определения последовательности нуклеотидов в ДНК. Не было выделено ни одного гена, не была расшифрована структура гена. Одна из причин такой ситуации заключается в том, что даже простейшие организмы содержат очень длинные молекулы ДНК (геном кишечной палочки составляет 4,2 • 106 н. п.), а геном высших эукариот, в том числе растений и млекопитающих, содержит 109 – 10м н. п. В геноме содержится несколько десятков тысяч генов.

Сейчас генетическая инженерия позволяет вводить в ядерный аппарат реципиента не только отдельные новые гены и регуляторные последовательности, исходно не присущие данному организму, но и получать новые формы организмов путем введения целых хромосом, отдельных органелл или слияния двух клеток.

Ферменты генетической инженерии.

Ферменты генетической инженерии — это ферменты, позволяющие проводить различные манипуляции с молекулами ДНК: разрезать в определенных местах, соединять различные по происхождению фрагменты, синтезировать новые, не существующие в природе последовательности, и т. д. Рассмотрим основные ферменты генетической инженерии.

ДНК-полимеразы. Одним из наиболее часто используемых в генетической инженерии ферментов является ДНК-полимераза I, выделенная из E. coli или фага T4. ДНК-полимераза I обладает способностью удлинять цепь ДНК в направлении 5'—>3' путем присоединения комплементарного нуклеотида. Это свойство ДНК-полимераз используется в генной инженерии для построения второй комплементарной цепи: при добавлении фермента к одноцепочечной ДНК-матрице в присутствии праймера произойдет ее удвоение. Это свойство используется, например, при создании кДНК-библиотек. ДНК-полимераза применяется также для заполнения «бреши» в цепи ДНК, например, при застраивании фрагментов с выступающими 5'-концами. Экзонуклеазная активность ДНК-полимераз используется для введения радиоактивной метки во фрагмент ДНК.

Использование специфических термостабильных ДНК-полимераз — *Tth*- и *Taq*-полимераз — выделенных из бактерий, живущих в гейзерах, позволило проводить амплификацию — множественную наработку любого фрагмента ДНК методом полимеразной цепной реакции (ПЦР). Метод ПЦР, в основу которого положена *Taq*-полимераза, не только упростил некоторые старые методики генной инженерии, но и позволил проводить молекулярное маркирование как отдельных генов, так и целых геномов.

Из некоторых вирусов была выделена специфическая ДН К-полимераза — РНК-зависимая ДНК-полимераза, названная обратной транскриптазой, или ревертазой. Ревертазы могут синтезировать комплементарную цепь ДНК на РНК-Матрице. С помощью ревертаз можно получать кДНК-ДНК-копии мРНК. кДНК позволяют изучать строение генов и идентифицировать полноценные копии этих генов в геноме.

ДНК-лигаза осуществляет одну функцию — соединение фрагментов ДНК путем восстановления фосфодиэфирных связей между соседними нуклеотидами. Этот процесс называется лигированием. Наиболее часто для лигирования в генной инженерии используют Д Н К-лигазу фага Т4. С помощью лигазы Т4 соединяют любые фрагменты ДНКслюбыми концами: «липкими» или «тупыми» (см. ниже). Это один из наиболее часто использующихся ферментов.

Нуклеазы — это большая группа ферментов, катализирующих реакцию гидролиза молекул нуклеиновых кислот. В результате действия нуклеаз молекула ДНК или РНК распадается на фрагменты или отдельные нуклеотиды. Исходная функция нуклеаз в клетке — деградация ненужных в данный момент жизнедеятельности молекул (например, деградация мРНК после трансляции) и защита от чужеродных молекул нуклеиновых кислот (расщепление фаговой ДНК бактериальными нуклеазами при заражении бактерии фагом).

Нуклеазы по типу их действия можно поделить на группы. Нуклеазы могут действовать только на молекулы ДНК (ДНКазы) или РНК (РНКазы), либо на молекулы и ДНК, и РНК одновременно (нуклеаза золотистой фасоли). Нуклеазы избирательно могут действовать на одноцепочечную (нуклеаза S1), или двуцепочечную (экзо- нуклеаза III) молекулы ДНК, или на гибридную ДНК — РНК-молекулу (рибонуклеаза Н).

Кроме того, нуклеазы можно разделить на два типа: на экзонуклеазы и *эндонуклеазы.* Экзонуклеазы обычно гидролизуют молекулы с 5'- 14 или 3'-свободных концов, а эндонуклеазы могут расщеплять внутри последовательности фрагмента или кольцевой молекулы ДНК.

Рестриктазы. Отдельную группу, особенно с утилитарной точки зрения ее применения в генной инженерии, представляют специфические эндонуклеазы — рестриктазы.

В основе метода, позволившего непосредственно приступить к манипуляциям с генами, лежит открытие ферментов, названных рестрикционными эндонуклеазами (рестриктазами). Еще в 1953 г. было обнаружено, что ДНК определенного штамма Е. coli, введенная в клетки другого штамма (например, ДНК штамма В в клетки штамма С), не проявляет, как правило, генетической активности, так как быстро расщепляется на фрагменты ДНК специфическими ферментами — рестриктазами. К настоящему времени из разных микроорганизмов выделено более тысячи различных рестриктаз. В генетической инженерии наиболее широко используются около двухсот.

Рестриктазы представляют собой особый класс эндонуклеаз, которые гидролизуют ДНК строго по определенным специфическим последовательностям, называются сайтами рестрикции. Каждая из рестриктаз узнает свой сайт рестрикции и разрезает ДНК либо внутри последовательности сайта рестрикции, либо в непосредственной близости от него. Таким образом, при действии конкретной рестриктазы одна и та же последовательность ДНК будет всегда образовывать одинаковый набор фрагментов. Обозначение рестриктаз складывается из начальных букв латинского названия вида бактерий, из которого был выделен фермент, и дополнительного обозначения, так как из бактерий одного вида может быть выделено несколько различных рестриктаз: Escherichia coli — EcoR I, EcoR Vr Haemophilus influenzae — Hinf ISreptomyces albus — Sal IThermus aquaticus — T*aq* I.

Рестриктазы делятся на несколько типов по характеру расщепления нуклеотидной последовательности. Рестриктазы I типа узнают сайт рестрикции, но расщепляют последовательность ДНК на произвольном расстоянии (от нескольких десятков до нескольких тысяч пар нуклеотидов) от сайта узнавания. Такие рестриктазы невозможно использовать для решения генно-инженерных задач. Рестриктазы III типа похожи на рестриктазы I типа, они гидролизуют ДНК на расстоянии 20—35 н. п. от сайтов узнавания и также довольно редко используются для практических целей.

Ферменты, используемые для получения рекомбинантных молекул,— рестриктазы II типа. Основной характеристикой таких рестриктаз является то, что у них сайты узнавания и места рестрикции совпадают. Обычно рестриктаза II типа

узнает определенную последовательность на ДНК и гидролизует ее внутри последовательности сайта рестрикции.

Фрагменты ДНК, имеющие одинаковые «липкие» концы, могут соединяться друг с другом с помощью ДНК-лигазы, при этом сайт рестрикции восстанавливается. Фрагменты, имеющие «тупые» концы, могут быть соединены вне зависимости от того, какой рестриктазой они были образованы. Фрагменты с «липкими» концами более удобны для создания рекомбинантных ДНК, так как ДНК-лигаза обеспечивает беспрепятственное соединение фрагментов.

Ферментативная активность рестриктаз измеряется в единицах активности. Это такое количество фермента, которое необходимо для полного гидролиза за один час 1 мкг ДНК фага Х при оптимальных условиях. Оптимальные условия рестрикции для каждой рестриктазы являются индивидуальными и зависят от pH, ионной силы, присутствия определенных ионов, температуры проведения реакции. Рестриктазы являются основными ферментами, используемыми в генетической инженерии.

Конструирование рекомбинантных ДНК.

Под рекомбинантными понимают ДНК, образованные объединением *in vitro* двух или более фрагментов ДНК, выделенных из различных биологических источников. Определенные фрагменты ДНК, в том числе и фрагменты, содержащие гены, получают с использованием рестриктаз. Рестриктазы могут образовывать фрагменты как с «тупыми», так и с «липкими» концами. Соединение фрагментов ДНК в единую молекулу производится несколькими методами, зависящими от того, какие концы имеют фрагменты сшиваемых ДНК.

Соединение фрагментов по одноименным «липким» концам. Некоторые рестриктазы, например *EcoR I*, вносят в цепи ДНК симметричные, расположенные с образованием «ступеньки» разрывы на равных расстояниях от центра сайта узнавания. Эти комплементарные друг другу участки имеют тенденцию к ассоциации за счет спаривания оснований и поэтому их называют комплементарными, или «липкими» концами.

Спаривание оснований происходит только между комплементарными последовательностями, поэтому AATT-концы, образующиеся при действии рестриктазы EcoR, не будут спариваться, например, с AGCT-концами, образуемыми *Hind III.* Но любые два фрагмента (независимо от их происхождения), образовавшиеся под действием одной и той же рестриктазы, могут «слипаться» за счет образования водородных связей между однонитевыми участками комплементарных нуклеотидов.

Однако после такого спаривания целостность двойной спирали не восстановится, поскольку останется два разрыва в фосфодиэфирном остове. Для их восстановления, т. е. сшивания, или лигирования нитей используют фермент ДНК-лигазу. Таким образом, лигаза завершает образование рекомбинантной молекулы ДНК. Впервые такие эксперименты были выполнены в 1972 г. (П. Берг, США) и было показано, что использование рестриктазы, дающей «липкие» концы, в сочетании с ДНК-лигазой может послужить основой для создания общего метода

получения рекомбинантных молекул ДНК. В этой лаборатории впервые были соединены рекомбинантное ДНК вируса SV40 и бактериофага Х.

Соединение фрагментов по «тупым» концам. «Тупые» концы фрагментов ДНК, полученные после действия рестриктаз, производящих прямой разрез внутри сайта рестрикции, также могут быть соединены за счет действия ДНК-лигазы. В этом случае реакция лигирования имеет свои особенности и ее эффективность на порядок ниже, чем при сшивке по «липким» концам. Однако преимущество соединения фрагментов с «тупыми» концами по сравнению с «липкими» в том, что не имеет значения, какие рестриктазы образовывали эти «тупые» концы: фрагменты, образованные в результате действия разноименных рестриктаз, легко соединимы.

Соединение фрагментов с разноименными концами. «Липкие» концы можно ферментативным путем присоединить к молекулам ДНК с «тупыми» концами. Для этого «затупляют» «липкие» концы. Это достигается либо отщеплением нуклеотидов «липких» концов с помощью фермента — нуклеазы S1, которая разрушает только одноцепочечную ДНК, либо «липкие» концы «застраивают», т. е. с помощью ДНК-полимеразы I на однонитевых «липких» концах синтезируют вторую нить.

Таким образом, из фрагмента ДНК с «липкими» концами получается фрагмент с «тупыми», и он соединяется с другим фрагментом ДНК с «тупыми» концами ДНК-лигазой.

После того как фрагменты ДНК соединены в пробирке, их надо ввести в живые клетки. Для этого используют специальные молекулы — векторы.

Векторные молекулы. Трансформация. Ключевой операцией в генетической инженерии является введение в клетку и стабильное поддержание генетической информации, содержащейся в рекомбинантных молекулах ДНК. Это достигается при помощи так называемых векторных молекул, или векторов. Дело в том, что при обычном введении ДНК, например в бактериальную клетку, она, как правило, подвергается атаке ферментов, которые гидролизуют ее на составные компоненты — нуклеотиды. В некоторых случаях ДНК «выживает» в клетке, однако в процессе деления клеток она не наследуется и теряется. Для того чтобы рекомбинантная ДНК стала составной частью генетического аппарата клетки, она должна либо встроиться в ее геном (интегрироваться в хромосому) и реплицироваться за ее счет, либо быть способной к автономной репликации.

Векторами называются молекулы ДНКспособные акцептировать чужеродную ДНК и обеспечивающие ее репликацию, экспрессию и/или трансформацию (перенос в другие организмы). Таким образом, вектор позволяет осуществить введение в клетку дополнительной генетической информации. В качестве векторов используют, как правило, плазмиды, бактериофаги, мобильные элементы, вирусы животных. В настоящее время создано большое число векторов, и по профилю использования их можно разделить на несколько типов.

Векторы для клонирования используют для увеличения количества (амплификации) фрагмента ДНК, встроенного в такой вектор, посредством репликации. В этом качестве наиболее часто используются бактериальные плазмиды и фаги. Для клонирования больших фрагментов генома используют векторы —

искусственные бактериальные и дрожжевые хромосомы (BAC и YAC).

Экспрессионные векторы используют для анализа конкретных последовательностей генов и их белковых продуктов, а также наработки конкретного белка. Существует огромное количество экспрессионных систем, особенно для прокариотических организмов. Есть также векторы для экспрессии генов в клетках дрожжей, растений и млекопитающих. Экспрессионные векторы для эукариотических организмов всегда содержат так называемую экспрессионную кассету, состоящую из промотора, способного работать в данном организме, и сайта полиаденилирования.

3. Векторы для трансформации используют для введения чужеродного фрагмента ДНК в геном реципиента. Обычно такие векторы содержат специфические последовательности, способствующие интеграции в геном.

Современные векторные системы часто бывают полифункциональными, совмещая несколько функций в одном векторе. Первые естественные векторные плазмиды были выделены из бактерий; в последующем большинство векторов было сконструировано при помощи методов генетической инженерии в соответствии с задачами экспериментаторов (экспрессионные векторы, векторы для клонирования, векторы для трансформации).

Часто в составе векторной молекулы бывает маркерный ген, который после проникновения вектора в клетку придает ей фенотип, свидетельствующий о присутствии вектора. Иными словами, вектор должен иметь селективный генетический признак. Часто в качестве селективных используют широко распространенные в природе гены устойчивости к антибиотикам. Белковые продукты этих генов, обычно ферменты, модифицирующие антибиотики и инактивирующие их действие. Например, ген *nptll,* кодирует фермент неомицинфосфотрансферазу, инактивирующий антибиотик канамицин. В присутствии гена бактериальная клетка приобретает устойчивость к канамицину и на среде с этим антибиотиком образует клон или колонию клеток. Обычные же клетки, не содержащие ген *nptll,* на данной среде погибают. Таким образом, присутствие маркерного гена *nptll* в векторной конструкции позволяет обнаружить те клетки, в которых присутствует вектор, и отобрать их.

В целом к векторной молекуле предъявляются следующие основные требования:

вектор должен содержать уникальные сайты рестрикции для нескольких рестриктаз, что делает возможным встроить в него фрагмент чужеродной ДНК;

вектор должен обладать определенной емкостью и не абортировать встроенный фрагмент;

вектор должен реплицироваться в определенных клетках за счет имеющейся последовательности точки начала репликации (ориджина);

вектор должен содержать последовательность маркерного гена, облегчающего селекцию клеток, несущих векторную конструкцию.

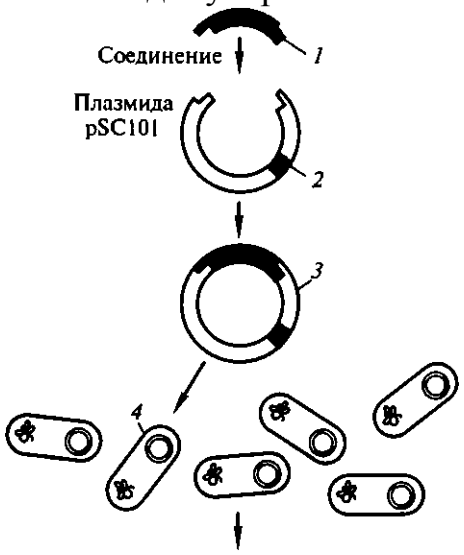
Использование бактериальных плазмид в качестве векторов для клонирования. Клетки бактерий содержат хромосомную ДНК. Однако помимо хромосом бактерии содержат большое число небольших (1—25 т. н. п.) кольцевых молекул ДНК. Такие кольцевые молекулы называют плазмидами. Некоторые плазмиды имеют в своем

составе гены устойчивости к антибиотикам, представленные большим числом копий. Высокая копийность плазмид обеспечивает клетке синтез большого количества ферментов, биохимически нейтрализующих антибиотики, что и обеспечивает устойчивость бактериальной клетки к последним.

Как было сказано выше, в присутствии ионов кальция плазмиды легко поглощаются бактериями, которые их не содержали. Однако бактериальная клетка обычно может содержать в своем составе плазмиды только одного типа.

Число копий плазмиды в клетке может существенно варьировать. Это зависит от генетических особенностей как клетки, так и плазмиды. Некоторые плазмиды могут размножаться до тех пор, пока их число не достигнет 10—200 копий на клетку. Другие типы плазмид реплицируются с той же скоростью, что и бактериальная хромосома. Такие плазмиды содержатся в клетке в количестве одной или нескольких копий. Естественно, для целей клонирования используют векторы на основе плазмид первого типа.

Впервые плазмида в качестве вектора была использована в 1973 г. в лаборатории П. Берга. Эксперименты проводились с небольшой 9 т. н. п.) плазмидой E. colipSC 101, несущей ген устойчивости к антибиотику тетрациклину. Она содержала только один сайт рестрикции для EcoR I. Под действием рестриктазы кольцевая плазмида превращалась в линейную молекулу с «липкими» концами. Такую ДНК плазмиды pSClOl смешивали с EcoR I-фрагментом чужеродной для кишечной палочки ДНК (ДНК золотистого стафилококка). С помощью ДНК-лигазы фрагмент чужеродной ДНК и плазмиды pSCl01 соединяли в единую рекомбинантную молекулу.



Отбор клеток, содержащих рекомбинантные молекулы ДНК, по способности растив присутствии антибиотика

Затем такую рекомбинантную плазмиду добавляли к компетентным клеткам *E. coli*, плазмида входила внутрь бактериальной клетки. Клетки с рекомбинантной плазмидой отбирались на селективной среде с тетрациклином (рис.). Этот исторический опыт положил начало генетической инженерии. Стало ясно, что можно будет проводить дальнейшие эксперименты с встраиванием различных фрагментов чужеродных про- и эукариотических ДНК и получать клетки с новыми свойствами.

3. ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ РАСТЕНИЙ.

Методы трансформации растительных клеток и улучшение качества и продуктивности растений.

Метод кокультивации с агробактерией является одним из самых распространенных методов получения трансгенных двудольных растений. Он основан на трансформации растительных эксплантов агробактериями, несущими векторную конструкцию, содержащую чужеродный ген, встроенный в область Т-ДНК. Его популярность связана с относительной простотой проведения трансформации и довольно высоким выходом полученных трансгенных растений (10—60% в зависимости от вида растения).

В качестве исходного материала необходимо иметь штамм агробактерии с векторной конструкцией (бинарной, коинтегративной или другой, приемлемой для этого типа трансформации). Вектор должен содержать последовательность гена, который необходимо ввести в геном растения. Происхождение гена (прокариотический или эукариотический) не столь важно для трансформации, однако он должен находиться под контролем промотора, способного экспрессироватся в растительной клетке. Кроме функционального гена вектор должен содержать селективный маркер трансформации. В качестве такого маркера обычно используются гены устойчивости к антибиотикам канамицину (ген *npt),* гигромицину (ген *hpt)* и/или гербицидам хлорсульфорону (ген *ALS*), фосфинотрицину (BASTA) (ген *bar).* Кроме того, должны быть подобраны сорта растения-реципиента. В качестве эксплантов для трансформации обычно берут стерильные листовые диски. Однако можно брать и молодые корешки (арабидопсис), гипокотили (томаты), семядоли (томаты, баклажаны), междоузлия (картофель).

Экспланты инокулируют жидкой средой, содержащей агробактерию с векторной конструкцией. Время инокуляции подбирается для каждого вида растений индивидуально. При этом происходит заражение клеток раневой поверхности экспланта, и после 24–48 ч кокультивирования в некоторых клетках происходит встраивание в растительный геном фрагмента Т-ДНК с чужеродным (выбранным) геном. Далее экспланты переносят на среду с антибиотиком (карбенициллин или цефотаксим), что приводит к избирательной гибели клеток агробактерий. Кроме того, в среду добавляют соответствующие фитогормоны (для прямой регенерации или каллусообразования) и антибиотик/гербицид для проведения селективного отбора трансформированных клеток. Такие трансгенные растения, экспрессирующие ген устойчивости к антибиотику или к гербициду, будут расти на среде с добавлением селективного агента, в то время как нетрансгенные растения погибнут. Через 2–5 недель на трансформированном экспланте развиваются побеги, которые в дальнейшем отсаживают или переносят в почву для проведения дополнительного молекулярного анализа.

Сходным образом трансформируют протопласты, однако такого рода трансформация значительно менее эффективна из-за низкой способности к

регенерации самих протопластов.

Методом кокультивации с агробактериями к настоящему времени получены трансгенные растения практически всех сельскохозяйственных двудольных растений. Этот метод применим также и для некоторых однодольных (пшеница, кукуруза, рис).

Методы прямого переноса генов в растение. Для прямого переноса генов в растительные клетки очень часто используется трансформация растительных протопластов. При обработке клеточной стенки растения ферментами (целлюлазой, пектиназой) клеточная оболочка разрушается и остается один протопласт. Разработаны методы прямой трансформации протопластов с помощью ДНК. Наибольшей эффективности трансформации (10^{-2}) удалось достигнуть методом электропорации и добавления полиэтиленгликоля. Хотя частота трансформации значительно ниже, чем, например, при агробактериальной трансформации, метод прямого переноса обладает рядом преимуществ. Вектор может не содержать специальных биологических сигналов и функций трансформации (пограничных областей Т-ДНК и vir-области). Для трансформации может быть использован практически любой ДНК-вектор, несущий чужеродный ген. При этом гибридный ген интегрирует в ядерную ДНК растения и экспрессируется (при наличии соответствующих регуляторных областей), особенно в случае прямой инъекции в ядро протопласта, используя механизмы клеточной рекомбинации. Однако основным недостатком такого метода является крайне низкая частота трансформации.

В настоящее время более 140 видов растений были протрансформированы путем прямого переноса ДНК вектора в протопластные клетки различными методами.

Микроинъекции ДНК. В ряде экспериментов было показано, что метод микроинъекций может успешно применяться для трансформации растительных клеток аналогично микроинъекциям в животные клетки. Это стало возможным после преодоления ряда технических трудностей, в частности, разработки метода получения протопластов для инъекций путем прикрепления их к стеклам полилизином. Перенос ДНК в цитоплазму или ядро растительной клетки осуществляют микроинъекциями раствора, содержащего ДНК целевого гена. Микроинъекции очень трудоемкий процесс, требующий специального оборудования. Для этого используют специальные микроманипуляторы и микроиглы.

Трансформация растительных протопластов происходит с эффективностью не более 10–15 %, независимо от типа вектора, и подходит как для двудольных, так и для однодольных растений.

Электропорация. Этот метод основан на том, что импульсы высокого напряжения обратимо увеличивают проницаемость биомембран. Для растительных протопластов процедура электропорации оказалась очень эффективной. Метод состоит в следующем: на растительные протопласты, находящиеся в растворе большой концентрации, содержащем ДНК-векторы, действуют высоковольтным импульсом (напряжение 200–350 В, длительность импульса 54 мс). В результате молекулы ДНК поглощаются клетками через поры в клеточной мембране. После разведения раствора протопласты высеваются на соответствующую среду для

регенерации. Эффективность переноса определяется через 24–48 ч после электрошока.

Упаковка в липосомы. Это один из методов, используемых для защиты экзогенного генетического материала, который вводится в протопласты растений, от действия нуклеаз, которые разрушают нуклеиновые кислоты.

Липосомы – это сферические образования, оболочки которых состоят из фосфолипидов. Их можно получить в результате резкого встряхивания или обработки ультразвуком водных эмульсий фосфолипидов. С помощью липосом в протопласты растений были введены РНК вируса табачной мозаики, ДНК Ti-плазмиды *A. tumefaciens,* а также целые метафазные хромосомы. К преимуществам систем переноса с помощью липосом можно отнести их низкую токсичность по отношению к клеткам и возможность использования на множестве растений, клетки которых способны утилизировать липосомы. В настоящее время этот способ трансформации применяется все реже из-за его технической сложности и низкой трансформирующей активности (0,5–1 %).

Основные проблемы при описанных выше методах прямой трансформации обычно связаны с низкой регенерационной способностью протопластов и, следовательно, крайне низким выходом растений-трансформантов.

Вакуумная инфильтрация. Метод трансформации растений с помощью вакуумной инфильтрации был разработан относительно недавно и используется как для трансформации побегов, так и семян. Метод основан на том, что верхушечные части молодого растения или предварительно обработанные семена (с частично разрушенным перикарпом) помещаются в раствор агоробактериальных клеток, несущих вектор с целевым геном. Емкость с раствором и эксплантами помещается в камеру, где создается отрицательное давление. В результате этого агробактерия проникает в межклетники растительного экспланта, что в дальнейшем приводит к трансформации. Метод вакуумной инфильтрации довольно дешев и достаточно эффективен. Так как, в отличие от методов трансформации с помощью липосом, микроинъекций или электропорации, при вакуумной трансформации в качестве эксплантов используются не протопласты, он не требует дополнительных реактивов.

Метод биобаллистической трансформации. Метод биобаллистики, являясь одним из самых эффективных на сегодняшний день методов трансформации однодольных, может также с успехом применяться на двудольных. В качестве исходного материала для трансформации берется суспензионная культура, каллусная ткань или культивируемые незрелые зародыши однодольных.

Суть метода заключается в том, что на мельчайшие частички вольфрама, платины или золота диаметром 0,6–1,2 мкм напыляется ДНК вектора, содержащего необходимую для трансформирования генную конструкцию. Вольфрамовые платиновые или золотые частички, несущие ДНК, на целлофановой подложке помещаются внутрь биобаллистической пушки. Каллус или суспензия клеток вносится в чашку Петри с агаризированной средой и помещается под биобаллистическую пушку на расстоянии 10–15 см. В пушке вакуумным насосом уменьшается давление до 0,1 атм. В момент сбрасывания давления вольфрамовые или золотые частички с огромной скоростью выбрасываются из пушки и, разрывая

клеточные стенки, входят в цитоплазму и ядро клеток. Обычно клетки, располагающиеся непосредственно по центру, погибают из-за огромного количества и давления вольфрамовых или золотых частиц, в то время как в зоне 0,6–1 см от центра будут находиться трансформированные клетки.

Далее клетки осторожно переносят на среду для дальнейшего культивирования и регенерации.

С помощью биобаллистической пушки были трансформированы однодольные растения, такие, как кукуруза, рис, пшеница, ячмень, и получены стабильные трансгенные растения.

Кроме успехов в получении трансгенных однодольных, биобаллистическая трансформация применяется для прямого переноса ДНК в эмбриогенную пыльцу и получения трансгенных дигаплоидных растений, которые являются важным этапом в селекционной работе. Этим методом была проведена трансформация растений табака и после регенерации гаплоидных растений получены стабильные трансформанты.

Получение трансгенных растений, устойчивых к стрессовым условиям, фитопатогенам, насекомым и гербицидам.

Одной из основных задач улучшения растений является повышение качества синтезируемых продуктов: белков, жиров, полисахаридов и других веществ, определяющих их питательную и техническую ценность.

У злаков наибольший интерес представляют запасные белки эндосперма. Запасные белки в основном кодируются несколькими, сходными по своей структуре и по нуклеотидному составу, генами, объединяемыми в мультигенные семейства. Обычно экспрессия этих генов строго тканеспецифична и происходит на определенной стадии развития семени. В большинстве случаев запасные белки растений имеют несбалансированный для питания человека и животных аминокислотный состав. Так, запасные белки бобовых – легумины – характеризуются низким уровнем аминокислоты метионина, а запасные белки злаков – проламины – бедны лизином, триптофаном и треонином. Дефицит этих аминокислот снижает питательную и кормовую ценность семян.

Улучшение аминокислотного состава белка методами традиционной селекции довольно затруднительно в связи с тем, что гены, определяющие эти важные сельскохозяйственные признаки, часто бывают сцеплены и наследуются вместе с генами, вызывающими нежелательные признаки. Так, использование в селекции кукурузы и ячменя мутантов типа опак-2, хайпроли, имеющих относительно высокое содержание лизина в зерне, не привело к значительному улучшению качества, так как у мутантных форм повышенное содержание лизина коррелировало с уменьшением синтеза основных запасных белков зеина и гордеина и, в конечном итоге, с уменьшением продуктивности растений и урожайности посевов.

В связи с этим наиболее перспективным является использование генно-инженерных методов при создании новых сортов, что позволяет ввести в геном только полезный признак, без сцепления с отрицательными свойствами. Так,

например, введение дополнительных кодонов лизина в гены проламинов может привести к синтезу белков, обогащенных лизином, и улучшению кормовой и питательной ценности белка.

Технология генно-инженерного улучшения качества растений и получаемой из них продукции включает ряд этапов:

1) клонирование генов запасных белков;

2) изучение механизмов тканеспецифичной и временной экспрессии белков и определение последовательностей ДНК, определяющих и регулирующих такую специфическую экспрессию;

3) целенаправленное изменение последовательности генов запасных белков с целью улучшения аминокислотного состава;

4) создание векторов, содержащих измененный ген;

5) введение модифицированных генов в растения;

6) тестирование экспрессии генов и качества продукции.

Получение трансгенных растений с улучшенными качествами

зерна невозможно без подготовительного этапа, включающего детальное изучение как последовательности самого гена, так и его элементов, участвующих в регуляции синтеза белка.

Учеными уже охарактеризованы десятки генов запасных белков злаков, бобовых и ряда других растений, изучены структура и регуляция экспрессии генов. Исследователи уже клонировали 10 генов гордеинов ячменя, гены а- и (5-глиадинов и глютенина пшеницы, зеинов кукурузы, легуминов бобовых, пататина картофеля и др. Для некоторых генов определена их нуклеотидная последовательность.

Общий план изолирования генов запасных белков включает следующие этапы: 1) получение и частичная очистка соответствующей мРНК; 2) синтез и клонирование кДНК; 3) выделение из геномных библиотек последовательности гена запасного белка.

Синтез запасных бел ков имеет жесткую регуляцию: гены экспрессируются только в единственной ткани (проламины злаков только в эндосперме зерна) и в течение короткого периода развития зерна. Исследование генов запасных белков показало общность их строения, что представляется логичным, так как они выполняют одинаковую функцию. Так, общим для подавляющего большинства генов запасных белков является отсутствие интронов. Кроме этого, у них на расстоянии 300 н. п. от точки начала транскрипции расположена специфическая последовательность в 25 н. п., названная эндосперм-боксом. Была определена функция эндосперм-бокса и показано, что именно от присутствия этой 25-нуклеотидной последовательности зависит тканеспецифичная экспрессия генов запасных белков в эндосперме зерна. Более того, продукт любого гена, перед которым находится последовательность эндосперм-бокса, синтезируется только в семенах или зернах, и представлялось логичным включение ее в состав векторов, содержащих модифицированную последовательность генов проламиновых белков с целью их последующего депонирования в семенах или зернах.

Следующий этап в получении трансгенных растений с улучшенным аминокислотным составом белка можно представить на примере

модифицированного азеина. Белок азеина кукурузы характеризуется низким содержанием лизина, что значительно снижает его питательную ценность. В последовательность гена азеина при помощи олигонуклеотид-направленного мутагенеза вводили дополнительные кодоны лизина. Полученный модифицированный ген азеина экспрессировал белок, содержащий лизин. Впервые такая работа была проведена по введению новых кодонов в последовательность азеина. Теперь такое введение новых триплетов для изменения (улучшения) аминокислотного состава белков является обычным.

Модифицированный ген азеина был клонирован в область Т-ДНК вектора для трансформации. В состав конструкции также входила последовательность эндосперм-бокса, что приводило к тканеспецифичной экспрессии азеина в семенах. Были получены растения кукурузы, трансформированные геном модифицированного азеина, обогащенного лизином. Модифицированный белок активно синтезировался в семенах трансгенных растений кукурузы. В результате получены линии кукурузы с улучшенным качеством зерна. В дальнейшем такие трансгенные линии могут использоваться для выведения новых гибридов и сортов методами классической селекции.

Аналогично были получены трансгенные растения пшеницы. Введение в геном растения модифицированного гена высокомолекулярной субъединицы белка глютенина с измененной последовательностью приводит к активному синтезу модифицированного белка и влияет на состав и уровень соответствующих запасных белков, что приводит кулучшению хлебопекарного качества пшеничной муки.

Одним из новых подходов к улучшению состава белков является конструирование химерных генов на основе известной последовательности генов запасных белков одно- и двудольных. В качестве исходных были использованы гены гордеина В1 ячменя и легумина В4 бобов. Конструкцией, содержащей такой химерный ген, были трансформированы растения табака и получены трансгенные линии растений.

Таким образом, реальной становится возможность манипулирования белковым составом эндосперма зерновых методами генетической инженерии.

Помимо получения растений с измененными запасными белками было показано, что трансгенные растения могут быть использованы в качестве производителей «съедобных» вакцин. Так, получены растения табака и картофеля, синтезирующие иммуноглобулин А –G, энтеротоксин, В-токсин холеры, белок поверхностного антигена гепатита В. Белок, полученный из трансгенных растений, обладал такими же антигенными и физиологическими свойствами, как и белок, полученный из животных клеток. В настоящее время проводятся испытания по вакцинированию человека против гепатита В при помощи трансгенных растений. Из этого следует, что использование трансгенных растений может привести в будущем к получению дешевых и биологически высокоактивных вакцин.

Помимо получения трансгенных растений с модифицированными запасными белками зерновых и бобовых проводятся работы по улучшению *состава жирных кислот* ряда масличных культур, и в первую очередь рапса. Семена рапса характеризуются высоким содержанием масла, однако из-за большого количества в

нем специфической длинноцепочечной эруковой кислоты, а также глюкозинолатов вкусовые и питательные качества рапсового масла резко снижаются. С помощью генетической инженерии и последующей селекции были получены сорта рапса, содержащие гены, контролирующие длину молекулы жирных кислот, что привело к снижению доли эруковой кислоты и улучшению качества рапсового масла. Аналогичные работы ведутся по получению модифицированных жирных кислот с повышенным содержанием ненасыщенных связей, что позволит получать растения, синтезирующие новые ценные жирные кислоты. Кроме того, в последнее время было показано, что изменение состава жирных кислот может приводить к повышению устойчивости растений кряду насекомых, а также к действию пониженных температур.

К 2001 г. уже прошли полевые испытания сорта трансгенных растений сои, рапса и кукурузы с модифицированным составом жирных кислот.

Экстремальное влияние окружающей среды, такое как засуха, избыточное увлажнение, воздействие высоких или низких температур, засоление и кислотность почв приводит к значительным потерям сельскохозяйственной продукции. Поэтому использование сортов растений, толерантных к стрессовым воздействиям, имеет большое экономическое значение.

Многие из адаптивных реакций растений на стресс обусловливаются синхронным взаимодействием множества генов. Поэтому более доступными для генно-инженерных исследований оказываются биохимические процессы, непосредственно индуцировавшиеся фактором стресса. Так, известно, что в растениях, подвергающихся длительному водному стрессу, накапливается ряд органических низкомолекулярных соединений, таких, как пролин, глицинбетаин, и ряд других, которые служат осморегуляторами или осмопротекторами.

Было показано сходство стрессового ответа у бактерий и высших растений: в обоих случаях в клетках происходит синтез молекул осмопротекторов, механизмом действия которых является установление осмотического баланса между цитоплазмой и окружающей средой и, кроме того, частичная стабилизация белков при стрессовых условиях. Сходные биохимические пути синтеза молекул осмопротекторов позволили использовать гены бактериального происхождения для получения трансгенных растений, устойчивых к стрессам.

Из генома *E. coli* были выделены два гена *proBosm* и *ргоА*, кодирующие ферменты пути биосинтеза пролина, аккумулирование которого в клетке происходит в ответ на осмотический стресс. Экспрессия этих бактериальных генов в геноме растений приводила к повышенному синтезу пролина. Полученные трансгенные растения табака осуществляли повышенный синтез и накопление пролина по сравнению с контрольными растениями. Трансгенные побеги укоренялись и могли расти при концентрации соли в среде 20 г/л (350 мМ).

Был выделен ген бетаинальдегиддегидрогеназы (*BADH*), который катализирует синтез глицинбетаина. Трансгенные растения табака, экспрессирующие этот ген, обладали повышенной солеустойчивостью.

Было показано, что устойчивость к высоким температурам связана с геном $Fad7_y$ белок которого влияет на метаболизм жирных кислот. Инактивация такого гена в

трансгенных растениях риса привела к тому, что растения могли расти при повышенных температурах и выдерживать до двух часов при + 47 °С.

Полевые испытания сорта трансгенных газонных трав на засухоустойчивость и устойчивость к засолению проходят с тем, чтобы в дальнейшем их можно было использовать в больших городах с характерным абиотическим фоном.

Получение трансгенных растений, устойчивых к насекомым.

Используя генно-инженерные методы, возможно конструирование растений с повышенной резистентностью к атаке насекомыми. Так, было показано, что бактерии *Bacillus thuringiensis* экспрессируют инсектицидный белок-прототоксин, который, попадая в кишечник насекомых, расщепляется под действием протеаздо активного токсина, приводящего к гибели вредителей.

Препараты на основе этого токсина использовались для обработки растений в поле. Полученные препараты были нестойкими и довольно быстро разлагались, что не позволяло развить у вредителей устойчивость к инсектициду, в то время как продукция таких белков в растительных клетках могла обеспечивать устойчивую резистентность растений к насекомым.

Из генома *B. thuringiensis* был выделен ген токсина *ЫЗ* и поставлен под контроль промотора 35S CaMV. ЫЗ-Ген был интегрирован в геном растений табака методом агробактериальной трансформации. Экспрессия бактериального *ЫЗ*-гена в растительных клетках была подтверждена как на уровне транскрипции, по присутствию соответствующей мРНК, так и на уровне трансляции, по синтезу белка-токсина. Полученные трансгенные растения табака были устойчивы к вредителям. Эффективность защиты сельскохозяйственных культур от вредителей была показана и на трансгенных растениях томата, трансформированных генами эндотоксина, при этом бактериальный белок, синтезированный в тканях растений, обеспечивал защитный эффект, сравнимый с использованием инсектицидных препаратов.

Помимо табака и томата бактериальный *ЫЗ*-ген был введен в геном многих сельскохозяйственных растений, в том числе в картофель, кукурузу, хлопчатник, рис, сою, брокколи и др. Для ряда культур получены сорта трансгенных растений, экспрессирующих в своем геноме 6/2-ген. Так, в 1994–1995 гг. были получены и прошли полевые испытания сорта томата, картофеля и хлопчатника (фирма «Monsanto»), кукурузы как кормовой, так и пищевой сахарной (фирма «Novartis»), а в 1998 г. был получен сорт картофеля с тройной устойчивостью, который помимо А/2-гена, содержал ген устойчивости к вирусу скручивания листьев и ген устойчивости к гербициду глифосату. В 2000 г. в странах с разрешенным использованием генетически модифицированных продуктов сортами трансгенных растений, устойчивых к насекомым, были засеяны около 380 тыс. га, из них: 230 тыс. га – трансгенным хлопчатником, 144 тыс. га – трансгенной кукурузой, 5 тыс. га – трансгенным картофелем.

Использование трансгенных растений привело к резкому сокращению применения инсектицидов и повышению урожайности.

Получение трансгенных растений, устойчивых к грибной, бактериальной и вирусной инфекции.

При действии фитопатогенов в растениях включается каскад механизмов защитных реакций. При этом активные ответные реакции в растениях могут проходить по двум основным направлениям: во-первых, в ответ на инфекцию начинается синтез соединений, являющихся токсичными и ограничивающих жизнедеятельность патогенов, что в конечном итоге приводит к их гибели. Во-вторых, в качестве защитного ответа могут создаваться структурные барьеры, которые предотвращают повреждение растений и распространение патогенов, что достигается лигнификацией клеточных стенок растений либо укреплением клеточных стенок за счет гликопротеидов, богатых гидроксипролином, и других соединений, так называемых экстенсинов, что приводит к защите тканей от повреждения фитопатогенами.

В ответ на инфицирование вирусами, бактериями и грибами индуцируются специфические PR-белки (pathogenesis related proteins), в том числе и наиболее изученные хитиназы и Р-1,3-глюканазы. Эти ферменты ингибируют рост грибов, а также некоторых видов бактерий.

Экспериментально был доказан фунгицидный эффект белков хитиназ и глюканаз, а также их кодирование одиночными генами. Поэтому гены хитиназы и глюканазы были использованы в генно-инженерных работах по получению трансгенных растений, устойчивых к фитопатогенам. Были получены трансгенные растения табака, хлопка, кукурузы, рапса, томата, риса, картофеля, люцерны, турнепса и других, экспрессирующих ген хитиназы под контролем промотора 35S CaMV. У этих растений наблюдалась устойчивость к грибной инфекции. В настоящее время получены трансгенные сорта табака, рапса, томатов, картофеля с повышенной устойчивостью к *Rhizoctonia,* растения табака — к *Cercospora nicotiana.*

Другую группу соединений, также обладающих фунгицидным эффектом, представляют низкомолекулярные белки (40—50 кДа), к которым относятся цистеиновые белки растений, ингибиторы галактуроназ, растительные дефензины, группа MF-белков. Все эти белки обычно неспецифически повышают устойчивость растений к различным грибным и бактериальным инфекциям. Трансгенные растения, экспрессирующие этот белок, обладают устойчивостью как к грибной, так и к вирусной инфекции.

В процессе изучения взаимоотношений вирус – растение было вовлечено большое число различных методов. Только их комбинирование могло принести результаты по получению растений, устойчивых к вирусной инфекции. За последние годы в этом направлении был сделан заметный рывок, что напрямую связано с более детальным пониманием организации генома и функционирования вирусных генов. В настоящее время для получения растений, устойчивых к вирусной инфекции, с помощью генно-инженерных технологий существует ряд подходов, позволяющих получить трансгенные растения, трансформированные геном белка оболочки вируса, что приводит к уменьшению инфицированное™ и ингибированию размножения вируса. Таким методом были получены растения табака и картофеля, трансформированные геном белка оболочки вируса табачной мозаики, что привело к появлению стойкого антивирусного эффекта у трансгенных растений.

В настоящее время получены линии табака, которые, помимо устойчивости к ВТМ, резистентны к вирусу тыквенной мозаики. Были также получены растения картофеля и кукурузы, устойчивые к вирусам скручивания листьев, и растения ячменя, резистентные к вирусу карликовости. Также получен и выращивается сорт тыквы, обладающий устойчивостью сразу к трем вирусам.

Еще одним подходом к получению устойчивых к патогенам растений является трансформация растительных клеток генами, кодирующими ферменты пути биосинтеза фитоалексинов, проявляющих фунгицидное и антимикробное действие. Трансформация этими генами растений томата и картофеля значительно повысила устойчивость к фитофторозу и фузариозу, а табака — к серой гнили.

В настоящее время получены четыре трансгенных коммерческих сорта картофеля, устойчивые к Y вирусу (PVY) и вирусам скручивания листьев (PLRV), сорт тыквы, устойчивый одновременно к трем различным вирусам, сорт папайи, устойчивый к круговому вирусу папайи (PRV).

Получение трансгенных растений, устойчивых к гербицидам.

Одним из основных направлений биотехнологии растений является получение культурных растений, устойчивых к воздействию гербицидов. Гербициды широкого спектра действия, уничтожая сорные травы, оказывают угнетающее действие и на посевы. Получение устойчивых к гербицидам растений ведется в двух направлениях: во-первых, прямая селекция устойчивых к гербицидам форм растений (в основном, путем скрещивания с дикими видами растений, устойчивых к гербицидам), во-вторых, получение трансгенных растений путем введения генов, экпрессия которых приводит к гербицид-резистентности. Теоретической основой получения трансгенных растений, устойчивых к гербицидам, являются данные о молекулярных механизмах возникновения устойчивости к гербицидам и выделения генов как бактериального, так и растительного происхождения, определяющих этот признак. Действие гербицидов проявляется в подавлении метаболизма растительных клеток: ингибировании биохимических процессов прежде всего фотосинтеза (атразин, симазин, диурон) и синтеза аминокислот (глифосат, сульфонилмочевина, биалафос). Устойчивость к гербициду возникает либо в результате изменения сродства гербицида с его ферментом-мишенью, либо непосредственно ингибированием молекулы гербицида.

Получение растений, устойчивых к гербицидам, методами генной инженерии прежде всего основывается на изучении молекулярных механизмов толерантности и включает следующие этапы: выявление мишеней действия гербицидов в клетке растений, отбор растений/бактерий, устойчивых к данному гербициду (в качестве источника генов резистентности), идентификация и клонирование этих генов, изучение их экспрессии *для* использования в трансгенных конструкциях.

Действие гербицида атразина основано на его связывании с хлоропластным мембранным белком (&), который кодируется геном *pbcA*. Ген *pbcA* был выделен из генома некоторых сорняков. Было показано, что устойчивость к гербициду связана с возникновением точечной мутации в гене *pbcA*, что приводит к замене в белке аминокислотного остатка серина на глицин. Такие замены в белке Q_b приводят к резкому уменьшению связывания гербицида с ферментом-мишенью. В результате

возникает устойчивость к гербициду. Мутантный ген *pbcA* был встроен в векторные конструкции для трансформации растений. Полученные трансгенные растения были устойчивы к атразину.

Аналогично было показано, что замена аланина на аргинин в белке EPSP-синтетазы, который кодируется геном *aroA E. coli*, приводит к возникновению устойчивости к действию гербицида глифосата. Это было использовано для трансформации клеток табака, томатов, сахарной свеклы и картофеля мутантным геном агоА и получения трансгенных растений, устойчивых к гербициду.

Введение в геном растений бактериального гена *bar* приводит к появлению устойчивости к гербициду BASTA. Было показано, что белок, кодируемый -геном, – фосфинотрицинацетилтрансфера- за — ацетилирует активный компонент гербицида фосфинотрицин, что приводит к его инактивации. Получены сорта трансгенного риса (1995), сорго (1995), пшеницы (1994) и ряда других растений. В последнее время *bar*-ген стал использоваться и в качестве селективного маркера в генно-инженерных векторах.

Введение в геном риса гена, кодирующего фермент протопорфи-риногенсинтетазу (Protox), выделенного из бактерий *B. subtilis*, привело к повышению устойчивости трансгенных растений к гербицидам дифенил-эфирового ряда. При этом был показан механизм анти- гербицидного действия: повышенная экспрессия этого белка Protox нейтрализует действие гербицида, чем и обусловлено повышение устойчивости к нему. При этом была показана прямая зависимость между числом встроенных копий гена и уровнем устойчивости.

В настоящее время в странах Северной Америки и Европе разрешены к применению более 20 сортов трансгенных растений, устойчивых к гербицидам, таких важных сельскохозяйственных культур, как кукуруза, хлопок, рис, соя, пшеница, картофель, томаты, лен. Проходят полевые испытания трансгенные сорта клубники, сахарной свеклы и некоторых цветочных культур. Всего в мире трансгенными сортами и гибридами, устойчивыми к гербицидам, засеяно около 34 млн. гектаров, или 80 % всех посевов трансгенных сортов.

В целом можно говорить о том, что получение трансгенных растений является одним из наиболее бурно развивающихся направлений биотехнологии. К февралю 2001 г. в странах с разрешенным использованием генетически модифицированных растений были проведены испытания и разрешены к коммерческому использованию 78 сортов трансгенных растений 18 возделываемых культур.

Быстрые темпы развития генной инженерии растений приводят к стремительному росту возделываемых площадей, занятых трансгенными растениями, с 1,6 млн/ га в 1996 г., когда началось их возделывание в коммерческих масштабах, до более 80 млн га в 2005 г., что составило около 5 % всех пахотных площадей в мире. Интересно отметить, что 99 % всех этих площадей занимают четыре основные трансгенные культуры: соя, кукуруза, рапс и хлопок. В 2004 г. трансгенными были в США около 75 % хлопка и сои, в Китае – 53 % хлопка, в Аргентине – 99 % сои, в Канаде – 63 % рапса. В 2003 г. 75 % всех выращиваемых трансгенных растений содержали ген устойчивости к гербицидам, 21 % – ген устойчивости к вредителям и почти 8 % – более одного гена устойчивости.

4. КЛЕТОЧНАЯ И ТКАНЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ.

Культура клеток и тканей.

Основная форма существования жизни – клетка, в которой протекают все физиологические процессы как у одноклеточных, так и у многоклеточных организмов. Рост и размножение организмов связаны с образованием новых клеток. Совокупность биохимических процессов, обеспечивающих рост и развитие клетки, называется *обменом веществ,* или *метаболизмом.* Каждая клетка на определенной стадии делится и дает начало двум дочерним клеткам. Клетки разнообразны по форме, величине, степени дифференциации и функциям.

Клетка является элементарной единицей жизни: в ней имеется все необходимое для поддержания обмена веществ и размножения. Соматические и половые клетки многоклеточных животных и растений, а также одноклеточные организмы сходны по строению. Среди живых организмов встречаются два типа организации клеток. Наиболее простое строение имеют клетки бактерий и сине-зеленых водорослей, которые объединяются в *прокариотическую группу.* У них нет морфологически выраженного ядра. Клетки всех остальных представителей живого мира относятся к *эукариотической группе*, потому что у них обязательной структурой является клеточное ядро, отделенное от цитоплазмы ядерной оболочкой. Кроме ядра и вакуолей, в цитоплазме существует целый набор специальных структур, или органелл, выполняющих специфические функции.

Клеточная биотехнология базируется на способности клеток к существованию и размножению in vitro, их тотипотентности и регенерации. Метод культивирования изолированных тканей на искусственных питательных средах в стерильных условиях (in vitro) применяют в растениеводстве для сохранения и размножения ценных генотипов, в эмбриогенезе, оздоровлении посадочного материала, для получения продуктов вторичного метаболизма, в создании форм растений, устойчивых к абиотическим и биотическм факторам окружающей среды, и т. д.

Роль культуры изолированных клеток и тканей в биотехнологии следует рассматривать в трех направлениях.

П е р в о е н а п р а в л е н и е связано со способностью изолированных растительных клеток продуцировать ценные для медицины, парфюмерии, косметики и других отраслей промышленности вещества вторичного синтеза: алкалоиды, стероиды, гликозиды, гормоны, эфирные масла и др. Как правило, вторичные вещества получают из каллусной ткани, выращенной на твердой (агаризованной) или жидкой (суспензионная культура) питательной среде. На основе клеточных технологий получают такие медицинские препараты, какдиосгенин из клеток диоскореи, аймолин из клеток раувольфии змеиной, тонизирующие вещества из клеток женьшеня, используемые в медицине и парфюмерии. Продуктивность культивируемых клеток в результате клеточной селекции может значительно превышать продуктивность целых растений. Преимуществом такого способа получения веществ вторичного синтеза является также возможность использовать для

этой цели растения, не произрастающие в наших природных условиях, и получать продукцию круглый год.

Второе направление — это использование культуры изолированных тканей для размножения и оздоровления посадочного материала. Этот метод, названный клональным микроразмножением растений, позволяет получать от одной меристемы сотни тысяч растений в год.

Третье направление — использование изолированных клеток в селекции растений, дающее возможность получать быстрорастущие растения, устойчивые к различным неблагоприятным факторам среды: засуха, засоление, низкие и высокие температуры, фитопатогены, тяжелые металлы и др. Вместе с тем это направление предусматривает создание новых растений путем слияния изолированных протопластов и получения неполовых (соматических) гибридов. Перенос в изолированные протопласты чужеродных генов методами генной инженерии позволяет получать в дальнейшем растения с новыми наследуемыми свойствами. Культивирование изолированных пыльников и семяпочек на искусственных питательных средах дает возможность получать гаплоиды, культивирование зародышей позволяет получать растения из невсхожих (с плохо развитым эндоспермом) гибридных семян. Оплодотворение в пробирке позволяет преодолеть нескрещиваемость некоторых растений.

Успех в применении культуры клеток и тканей в первую очередь зависит от оптимизации физиологических процессов, обеспечивающих нормальное деление клеток, их дифференцировку и регенерацию из них взрослых растений. Наиболее сложной является регенерация растений из отдельных клеток. В первую очередь это касается злаковых растений. Поэтому важнейшее значение имеет выяснение механизма морфогенеза in vitro, регенерации и лежащих в их основе процессов.

Попытки культивировать изолированные от растений ткани делались давно, и в истории развития этого метода можно выделить несколько этапов.

I этап (1892–1902 гг.) связан с именами таких немецких исследователей, как Г. Хаберландт, Х. Фёхтинг, С. Рехингер. Они пытались культивировать в растворе сахарозы различные растительные ткани. Для сегментов стеблей одуванчика и тополя был получен первичный каллус и определен минимальный размер сегмента, способного к каллусогенезу. Не достигнув положительных результатов, эти исследователи высказали ряд идей и гипотез, которые подтвердились значительно позже. Так, Г. Хаберландт выдвинул гипотезу о тотипотентности любой живой растительной клетки, т. е. способности клеток реализовывать свой потенциал развития и давать начало образованию целого растения при определенных условиях культивирования.

II этап (1902–1922 гг.) ознаменовался созданием первых питательных сред для культивирования тканей животных. Эти среды были природного происхождения и содержали, как правило, плазму крови и зародышевую жидкость. Попытки вырастить изолированные растительные ткани на искусственных питательных средах, содержащих растительные экстракты, оказались неудачными, так как в экспериментах использовались мало подходящие для проявления ростовой активности клетки и ткани высших растений.

Ш этап (1922–1932 гг.). В этот период независимо друг от друга американский ученый В. Робине и немецкий ученый В. Котте показали возможность культивирования на твердых питательных средах меристемы кончиков корня томатов и кукурузы. Однако через определенное время растительные ткани бурели и погибали. Подлинное развитие метода культуры тканей растений началось с 1932 г.

IV этап (1932–1940 гг.) связан с именем французского ученого Р. Готре, который показал возможность долгого культивирования в условиях in vitro растительных тканей за счет периодического пересаживания их на свежую питательную среду. Это открытие дало новый толчок в работе по культуре ткани, который ознаменовался нарастающим числом новых объектов, успешно введенных в культуру.

Vэ т а п (1940–1960 гг.). С открытием в 1955 г. нового класса фитогормонов-цитокининов, и в частности, кинетина, была получена возможность стимулировать деление клеток кусочка ткани сердцевинной паренхимы табака, лишенной проводящих пучков и камбия.

В зависимости от концентрации и соотношения стимуляторов роста можно было усиливать деление клеток экспланта, поддерживать рост каллусной ткани, индуцировать морфогенез. В этот период было оценено положительное действие натуральных экстрактов типа эндосперма кокосового ореха, каштана, кукурузы и других растений для поддержания неорганизованного клеточного роста и стимуляции процессов морфогенеза в культуре каллусных тканей и клеточных суспензий.

VI этап (1960–1975 гг.). Наиболее важным событием этого периода была разработка профессором Ноттингемского университета Э.К. Коккингом метода получения ферментативным путем изолированных протопластов из корней и плодов томата и культивирования их в контролируемых условиях. Позже в 1970 г. в той же лаборатории С. Пауэром и сотрудниками было осуществлено искусственное слияние протопластов, что открыло новый путь к созданию соматических гибридов. В этот же период разработан метод клонального микроразмножения растений в условиях in vitro с использованием меристемной культуры. Основоположником данного направления был французский ученый Ж. Морель, который получил оздоровленный посадочный материал орхидей и картофеля.

VII этап (1975 г.– по настоящее время). Продолжается быстрое развитие техники in vitro, изучение биологии культивируемых объектов, разрабатываются методы электрослияния изолированных протопластов, методы мутагенеза и клеточной селекции, методы получения гаплоидных растений, совершенствуется метод глубинного культивирования клеток с использованием изолированных протопластов и векторов, созданных на основе Ti- и Ri-плазмид *Agrobacterium tumefaciens* и *A. rhizogenes*. При помощи методов генной инженерии разработан эффективный метод переноса генов для двудольных растений. Таким образом, за последние десятилетия был сделан большой шаг вперед в развитии технических приемов работы с изолированными тканями и клетками растений. Однако объектом исследования, как правило, служили одно- и двудольные травянистые растения и в редких случаях — древесные.

Технологии in vitro и культивирование изолированных протопластов.

Необходимым условием работы с культурой изолированных тканей является соблюдение строгой стерильности. Богатая питательная среда является прекрасным субстратом для развития в ней микроорганизмов, а изолированные от растения фрагменты (экспланты), которые помещают на питательную среду, легко поражаются микроорганизмами. Поэтому надо стерилизовать как эксплант, так и питательную среду. Все манипуляции с изолированными тканями (введение в культуру, пересадка на свежую питательную среду) проводят в асептическом помещении (ламинар-боксе) стерильными инструментами. Стерильность надо соблюдать и во время культивирования изолированных тканей, особенно при перепаде температуры и влажности, так как при этом пробки становятся влажными и по ним в пробирку могут проникать микроорганизмы.

Стерилизацию экспланта и семян проводят, выдерживая их 5 – 20 мин в стерилизующих растворах с последующей многократной промывкой экспланта стерильной водой. Время стерилизации зависит от характера экспланта и от стерилизующей активности раствора. Семена стерилизуют 10–20 мин, а вегетативные части 5–10 мин.

Органы растений, из которых берут эксплант для введения в культуру, предварительно моют щеткой в мыльном растворе и споласкивают дистиллированной водой, а затем погружают на несколько секунд в 70 %-й этанол. Семена погружают в спирт на 1–2 мин. Кроме собственно стерилизующего действия спирта обработка тканей этанолом перед помещением в основной стерилизующий раствор повышает стерилизующий эффект последнего.

После стерилизации растительные объекты должны быть тщательно промыты стерильной водой.

Поверхностная стерилизация освобождает эксплант только от наружной инфекции. Если же ткани экспланта имеют внутреннюю инфекцию, то его необходимо обработать антибиотиками. Особенно богаты внутренней инфекцией ткани тропических и субтропических растений с крупными сосудами. Загрязнение культур грибами или бактериями обычно выявляется через 1–14 дней после посадки. Загрязненные культуры необходимо тотчас же удалить, чтобы избежать заражения воздуха в световой комнате.

Питательные среды стерилизуют в автоклаве при температуре 120 °С и давлении 0,75–1 атм в течение 20 мин. Если в состав питательной среды входят вещества, разрушающиеся при высокой температуре, их подвергают холодной стерилизации, пропуская через бактериальные фильтры с диаметром пор 0,22–0,45 мкм, после чего добавляют в проавтоклавированную охлажденную до 40 °С основную среду.

Посуду, предварительно завернутую в фольгу или оберточную бумагу, стерилизуют сухим жаром в сушильном шкафу при 160 °С в течение двух часов.

Питательные среды для культивирования изолированных клеток и тканей должны включать все необходимые растениям макроэлементы (азот, фосфор, калий, кальций, магний, серу, железо) и микроэлементы (бор, марганец, цинк, медь, молибден и др.), а также витамины, углеводы, фитогормоны или их синтетические аналоги. Некоторые питательные среды содержат гидролизат казеина,

аминокислоты. Кроме того, в состав питательных сред входит ЭДТА (этилендиаминтетрауксусная кислота) или ее натриевая соль, которые улучшают доступность железа для клеток.

Для получения каллусной ткани в отдельных случаях к питательной среде добавляют жидкий эндосперм кокосового ореха (кокосовое молоко), каштана и др.

Углеводы являются необходимым компонентом питательных сред для культивирования изолированных клеток и тканей, так как в большинстве случаев последние не способны к автотрофному питанию. Чаще всего в качестве углевода используют сахарозу или глюкозу в концентрации 2–3 %.

Фитогормоны необходимы для дедифференцировки клеток и для индукции клеточных делений. Поэтому для получения каллусных тканей в состав питательных сред должны обязательно входить ауксины, вызывающие клеточную дедифференцировку, и цитокинины, индуцирующие деление клеток. В случае индукции стеблевого морфогенеза содержание ауксинов в среде может быть снижено или они могут быть полностью исключены из питательной среды.

На безгормональной среде растут опухолевые и «привыкшие» ткани. Автономность по отношению к обоим гормонам или к одному из них связана со способностью этих клеток синтезировать гормоны.

В качестве источников ауксинов в питательных средах используют 2,4-дихлорфеноксиуксусную кислоту (2,4-Д), индолил-3-уксусную кислоту (ИУК), а-нафтилуксусную кислоту (НУК). Для получения рыхлого хорошо растущего каллуса чаще применяют 2,4-Д, так как ИУК почти в 30 раз менее активна, чем 2,4-Д.

В качестве источников цитокининов в искусственных питательных средах используют кинетин, 6-бензиламинопурин (БАП), зеа- тин. 6-БАП и зеатин проявляют более высокую активность в поддержании роста изолированных тканей и индукции органогенеза по сравнению с кинетином. В состав некоторых сред входит аденин.

В настоящее время известно большое число различных по составу питательных сред, но наиболее часто применяемая при выращивании изолированных растительных тканей в условиях in vitro среда Т. Мурасига и Ф. Скуга, впервые составленная в 1962 г. Эта среда содержит хорошо сбалансированный состав питательных веществ и отличается от других, как правило, соотношением аммонийного и нитратного азота.

Для приготовления твердых питательных сред используют агар-агар, который представляет собой полисахарид, получаемый из морских водорослей.

С целью рационального использования времени растворы солей макро- и микроэлементов, а также витаминов и фитогормонов готовят более концентрированными, что позволяет многократно их использовать. Концентрированные (маточные) растворы хранят в холодильнике.

Условия культивирования. Для успешного культивирования изолированных клеток и тканей растений необходимо соблюдать определенные условия выращивания. Большинство каллусных тканей не нуждается в свете, так как не имеют хлоропластов и питаются гетеротрофно. Исключение составляют некоторые зеленые каллусные ткани, такие, как каллусная ткань мандрагоры. В некоторых

случаях каллусные ткани, не способные к автотрофному питанию, все же выращивают на непрерывном освещении, что является необходимым условием дальнейшего успешного морфогенеза, как у люцерны. Большинство же каллусных тканей получают в темноте или при рассеянном свете.

Детерминированные к морфогенезу ткани переносят на свет и далее культивируют их при освещенности 1000–4000 л к.

Культивирование изолированных меристем и их микроразмножение также происходит на свету. Освещенность факторостатной (световой) комнаты должна составлять в зависимости от культуры 3000–10 000 лк. Необходимо учитывать фотопериод, который требуется для данного культивируемого объекта. Влажность в световой комнате должна составлять 60–70 %. Более сухой воздух способствует усыханию питательной среды в пробирках и колбах, если они закрыты ватными пробками, изменению ее концентрации и нарушению условий культивирования. Для повышения влажности в комнате можно использовать поддоны с водой.

Оптимальная температура для большинства культивируемых тканей 25–26 °С, для культуры тканей тропических растений она может достигать 29–30 °С. В случае индукции морфогенеза температуру понижают до 18–20 °С.

Наилучшие световой и температурный режимы, а также режим оптимальной влажности можно создать при помощи климатических камер.

Клональное микроразмножение растений.

Для семенных растений характерно два способа размножения: семенной и вегетативный. Оба эти способа имеют как преимущества, так и недостатки. К недостаткам семенного размножения следует отнести, в первую очередь, генетическую пестроту получаемого посадочного материала и длительность ювенильного периода. При вегетативном размножении сохраняется генотип материнского растения и сокращается продолжительность ювенильного периода. Однако для большинства видов (в первую очередь для древесных пород) проблема вегетативного размножения остается до конца не решенной. Это обусловлено следующими причинами: 1) не все породы, даже на ювенильной стадии, могут размножаться вегетативным способом с требуемой эффективностью (дуб, сосна, ель, орехоплодные и др.); 2) практически невозможно черенкованием размножать многие виды древесных пород в возрасте старше 10–15 лет; 3) не всегда удается получать стандартный посадочный материал (возможность накопления и передачи инфекции); 4) трудоемкостью и сложностью операций при размножении взрослых (древесных) растений при помощи прививок; 5) неэффективностью разработанных технологий для получения необходимого количества генетически однородного материала в течение года.

Достижения в области культуры клеток и тканей привели к созданию принципиально нового метода вегетативного размножения – клонального микроразмножения (получение в условиях in vitro (в пробирке), неполовым путем растений, генетически идентичных исходному экземпляру). В основе метода лежит уникальная способность растительной клетки реализовывать присущую ей

тотипотентность, т. е. под влиянием экзогенных воздействий давать начало целому растительному организму. Этот метод, несомненно, имеет ряд преимуществ перед существующими традиционными способами размножения:
– получение генетически однородного посадочного материала;

– освобождение растений от вирусов за счет использования меристем ной культуры;

—высокий коэффициент размножения (10^5–10^6 – для травянистых, цветочных растений, 10 – 10^5 – для кустарниковых древесных, 10^4 –для хвойных);
– сокращение продолжительности селекционного процесса;
– ускорение перехода растений от ювенильной к репродуктивной фазе развития;
– размножение растений, трудно размножаемых традиционными способами;
– возможность проведения работ в течение года и экономия площадей, необходимых для выращивания посадочного материала;
– возможность автоматизации процесса выращивания.

Первые достижения в области клонального микроразмножения были получены в конце 50-х годов XX столетия французским ученым Жоржем Морелем, которому удалось получить первые растения-регенеранты орхидей. Успеху Ж. Мореля в микроразмножении способствовала уже разработанная к тому времени техника культивирования апикальной меристемы растений в условиях in vitro. Как правило, исследователи в качестве первичного экспланта использовали верхушечные меристемы травянистых растений: гвоздики, хризантемы, подсолнечника, гороха, кукурузы, одуванчика, салата и изучали влияние состава питательной среды на процессы регенерации и формирования растений. Ж. Морель в своих работах также использовал верхушку цимбидиума (сем. орхидные), состоящую из конуса нарастания и двух-трех листовых зачатков, из которой при определенных условиях наблюдал образование сферических сфер – протокормов. Сформировавшиеся протокормы можно было делить и затем культивировать самостоятельно на вновь приготовленной питательной среде до образования листовых примордиев и корней. В результате им было обнаружено, что этот процесс бесконечен и можно получать в большом количестве высококачественный и генетически однородный, безвирусный посадочный материал.

В нашей стране работы по клональному микроразмножению были начаты в 60-х годах XX в. в лаборатории культуры тканей и морфогенеза Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН. Под руководством проф. Р.Г. Бутенко были изучены условия микроразмножения картофеля, сахарной свеклы, гвоздики, герберы, фрезии и некоторых других растений и предложены промышленные технологии.

Таким образом, первые успехи в клональном микроразмножении связаны с культивированием апикальных меристем травянистых растений на соответствующих питательных средах, обеспечивающих в конечном итоге получение растений-регенерантов.

Однако область применения микроразмножения разнообразна и имеет тенденцию к постоянному расширению. Это в первую очередь относится к размножению in vitro взрослых древесных пород, особенно хвойных, и

использованию техники in vitro для сохранения редких и исчезающих видов лекарственных растений. В настоящее время в этом направлении наметился положительный сдвиг.

Первые работы по культуре тканей древесных растений были опубликованы в середине 20-х годов XX столетия и связаны с именем французского ученого Р. Готре. В них сообщалось о способности камбиальных тканей некоторых видов вяза и сосны к каллусогенезу in vitro. В последующих работах 40-х годов было выяснено о способности различных тканей вяза листового к образованию адвентивных почек. Однако дальнейший рост и формирование побегов авторами не были получены. Лишь к середине 60-х годов Э. Матесу удалось получить первые растения-регенеранты осины, которые были доведены до почвенной культуры. Культивирование тканей хвойных пород in vitro долгое время не использовалось как объект исследования. Это было связано со специфическими трудностями культивирования ювенильных и тем более взрослых тканей, изолированных с растения. Известно, что древесные, и особенно хвойные, характеризуются медленным ростом, трудно укореняются, содержат большое количество вторичных соединений (фенолы, терпены и другие вещества), которые в изолированных тканях окисляются различными фенолазами. В свою очередь, продукты окисления фенолов обычно ингибируют деление и рост клеток, что ведет к гибели первичного экспланта или к уменьшению способности тканей древесных пород к регенерации адвентивных почек, которая с возрастом растения-донора постепенно исчезает полностью. Однако, несмотря на все трудности, ученые все чаще используют в качестве объектов исследований различные ткани и органы древесных растений. В настоящее время насчитывается более 200 видов древесных растений из 40 семейств, которые были размножены in vitro (каштан, дуб, береза, клен, осина, гибриды тополей с осиной, сосна, ель, секвойя и др.), а работы в этом направлении ведутся в научных учреждениях Москвы, Санкт-Петербурга, Воронежа, Уфы, Новосибирска, Архангельска, Киева, Одессы, Ялты и др.

Этапы и методы клонального микроразмножения растений. Процесс клонального микроразмножения можно разделить на четыре этапа: 1) выбор растения-донора, изолирование эксплантов и получение хорошо растущей стерильной культуры; 2) собственно микроразмножение, когда достигается получение максимального количества мериклонов; 3) укоренение размноженных побегов с последующей адаптацией их к почвенным условиям, а при необходимости депонирование растений-регенерантов при пониженной температуре (+2°, + 10 °С); 4) выращивание растений в условиях теплицы и подготовка их к реализации или посадке в поле.

Существует много методов клонального микроразмножения. Различные авторы, проводя индивидуальные исследования по влиянию условий культивирования эксплантов на процессы морфогенеза, наблюдали разные ответные морфогенетические реакции на изменение условий выращивания, что в свою очередь привело к созданию новых классификаций методов клонального микроразмноженя. Исходя из предложенных в литературе методов микроразмножения растений, этот процесс возможно осуществлять следующими

путями:

– активация развития уже существующих в растении меристем (апекс стебля, пазушные и спящие почки и интеркамерные зоны стебля);

– индукция возникновения адвентивных почек непосредственно тканями экспланта;

– индукция соматического эмбриогенеза;

– дифференциация адвентивных почек в первичной и пересадочной каллусной тканях.

Основной метод, используемый при клональном микроразмножении растений, — это активация развития уже существующих в растении меристем, основывающийся на снятии апикального доминирования (рис. 3.11). Это может быть достигнуто двумя путями: а) удалением верхушечной меристемы стебля и последующим микрочеренкованием побега in vitro на безгормональной среде; б) добавлением в питательную среду веществ цитокининового типа действия, индуцирующих развитие многочисленных пазушных побегов. Как правило, в качестве цитокининов используют 6-бензиламинопурин (БАП) или 6-фурфуриламинопурин (кинетин), а также 2-изопентениладенин (2ip) и зеатин. Полученные таким образом побеги отделяют от первичного материнского экспланта и вновь культивирует на свежеприготовленной питательной среде, стимулирующей пролиферацию пазушных меристем и возникновение побегов более высоких порядков.

В настоящее время этот метод широко используется в производстве безвирусного посадочного материала сельскохозяйственных культур как технических (сахарная свекла, хмель, табак, топинамбур, стахис), так и овощных (томаты, картофель, огурец, перец, тыква, спаржа и др.), а также для размножения культур промышленного цветоводства (гвоздика, хризантема, роза, гербера), тропических и субтропических растений (рододендрон, азалия, камелия, чай и др.), плодовых и ягодных культур (яблоня, слива, вишня, груша, виноград, малина, смородина, крыжовник и др.) и древесных растений (тополь, ива, ольха, береза, рябина, секвойя, туя, можжевельник и др.). Для некоторых сельскохозяйственных культур, таких, как картофель, технология клонального микроразмножения поставлена на промышленную основу. Применение метода активации развития существующих в растении меристем позволяет получать из одной меристемы картофеля более 10^5 растений в год, причем технология предусматривает получение в пробирках микроклубней — ценного безвирусного семенного материала.

Второй метод — это индукция возникновения адвентивных почек непосредственно тканями эксплант. Он основан на способности изолированных частей растения при благоприятных условиях питательной среды восстанавливать недостающие органы и таким образом регенерировать целые растения. Образования адвентивных почек можно добиться почти из любых органов и тканей растения (изолированного зародыша, листа, стебля, семядолей, чешуек и донца луковицы, сегментов корней и зачатков соцветий), если их удается получить свободными от инфекции. Этот процесс, как правило, происходит на питательных средах, содержащих один цитокинин или в сочетании с ауксином, находящихся в соотношении 10:1 или 100 : 1. В качестве ауксина в этом случае наиболее часто используют р-индолил-3-уксусную кислоту (ИУК) или а-нафтилуксусную кислоту

(НУК). Это наиболее распространенный метод микроразмножения высших растений, которым были размножены многие луковичные цветочные растения (нарциссы, лилии, гиацинт, гладиолусы, тюльпаны) из луковичных чешуй, сегментов базальной части донца луковиц, эксплантов листьев; представители рода *Brassica* (капуста цветная, кочанная, брюссельская, листовая, брокколи — из сегментов гипокотиля, семядолей, листьев; лук, чеснок — из верхушечной меристемы, ткани донца луковиц; томаты — из апикальных или пазушных меристем; салат цикорный — из сегментов листовых пластинок; петуния — из сегментов корней; глоксиния, фиалки — из сегментов листовых пластинок, а также некоторые представители древесных растений — из изолированных зрелых и незрелых зародышей.

Хорошо разработана технология клонального микроразмножения земляники, основанная на культивировании апикальных меристем. Меристематические верхушки изолируют из молодых свободных от вирусных болезней растений и выращивают на модифицированной питательной среде Т. Мурасига и Ф. Скуга, содержащей БАП в концентрации 0,1–0,5 мг/л. Через 3–4 недели культивирования меристема развивается в проросток, в основании которого формируются адвентивные почки, которые быстро растут и дают начало новым почкам. В течение 6–8 недель образуется конгломерат почек, связанных между собой соединительной тканью и находящихся на разной стадии развития. Появляются листья на коротких черешках, в нижней части которых формируются новые адвентивные почки. Эти почки разделяют и пересаживают на свежую питательную среду. На среде с цитокинином продолжается пролиферация придаточных побегов, а на среде без регуляторов роста в течение 4–6 недель формируются нормальные растения с корнями и листьями.

Морфогенетическая активность экспланта сохраняется в течение 3–4 лет. Таким образом, от одного материнского растения можно получать несколько миллионов растений-регенерантов в год.

Несомненный интерес у исследователей вызывает вопрос, связанный с происхождением адвентивных почек, и, в частности, какие клеточные слои участвуют в дифференциации меристем. Единого мнения по этому вопросу пока нет. Так, Тран Тан Ван в своих работах с тканями табака показала, что именно эпидермис является наиболее активной тканью, способной образовывать почки, каллус или корни в зависимости от гормонального баланса питательной среды. Цитологические исследования, проведенные на сегментах базальной части донца луковиц тюльпанов и нарциссов показали, что адвентивные побеги формируются из поверхностных слоев меристематических клеток, прилегающих к донцу, а для растений глоксинии процесс формирования адвентивных почек, как правило, происходит в субэпидермальных клеточных слоях листовых пластинок. Единого мнения по этому вопросу также нет и среди исследователей, работающих с древесными растениями. Так, было показано, что образование почек на изолированной хвое ели обыкновенной происходит в эпи- дермальном слое культивируемого экспланта, для псевдотсуги — в субэпидермальных слоях, а при культивировании семядолей сосны замечательной на среде, содержащей один цитокинин (БАП), этот процесс происходит одновременно как в эпидермальном, так и в субэпидермальном слоях.

Для сосны обыкновенной также было отмечено образование адвентивных почек в эпидермальном и субэпидермальном слоях семядолей зародыша, и этот процесс для сосны не зависит от применяемых цитокининов.

Третий метод, практикуемый при клональном микроразмножении, основывается на дифференциации из соматических клеток зародышеподобных структур, которые по своему внешнему виду напоминают зиготические зародыши. Этот метод получил название — соматический эмбриогенез. Основное отличие образования зародышей in vitro от in vivo (в естественных условиях) заключается в том, что соматические зародыши развиваются асексуально вне зародышевого мешка и по своему внешнему виду напоминают биополярные структуры, у которых одновременно наблюдается развитие апикальных меристем стебля и корня. Согласно Ф. Стэварду, соматические зародыши проходят три стадии развития: глобулярную, сердцевидную, торпедовидную и в конечном итоге имеют тенденцию к развитию в проросток. Это явление впервые было отмечено в культуре клеток моркови еще в середине 50-х годов XX в., а в настоящее время используется для размножения большинства растений из семейства *Orchidaceae* и *Rutaceae*, некоторых представителей злаковых (пшеница, ячмень), люцерны, редиса, винограда, а также некоторых видов древесных пород (осина, эвкалипт, дуб, ель обыкновенная).

Формирование эмбриоидов в культуре тканей происходит в два этапа. На первом этапе клетки экспланта дифференцируются за счет добавления в питательную среду ауксинов, как правило, 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4-Д) и превращаются в эмбриональные. Наследующей стадии необходимо заставить сформировавшиеся клетки развиваться в эмбриоиды, что достигается уменьшением конентрации ауксина или полного его исключения из состава питательной среды. Соматический эмбриогенез возможно наблюдать непосредственно в тканях первичного экспланта, а также в каллусной культуре. Причем последний способ менее пригодный при клональном микроразмножении, так как посадочный материал, полученный таким методом, будет генетически нестабилен по отношению к растению-донору. Как правило, соматический эмбриогенез происходит при культивировании каллусных клеток в жидкой питательной среде (суспензия) и является наиболее трудоемкой операцией, так как не всегда удается реализовывать свойственную клеткам тотипотентность. Однако этот метод размножения имеет свои преимущества, связанные с сокращением последнего (третьего) этапа клонального микроразмножения, не требующего подбора специальных условий укоренения и адаптации пробирочных растений, так как соматические зародыши представляют собой полностью сформированные растеньица. При использовании соответствующей техники их капсулирования из этих эмбриоидов возможно получать искусственные семена.

Четвертый метод клонального микроразмножения – дифференциация адвентивных почек в первичной и пересадочной каллусной тканях. Он мало используется для получения посадочного материала in vitro. Это связано с тем, что при периодическом пересаживании каллусной ткани на свежую питательную среду часто наблюдаются явления, нежелательные при микроразмножении: изменение плоидности культивируемых клеток, структурные перестройки хромосом и

накопление генных мутаций, потеря морфогенетического потенциала культивируемыми клетками. Наряду с генетическими изменениями растений наблюдаются и морфологические: низкорослость, неправильное жилкование листьев и их расположение по стеблю, образование укороченных, утолщенных междоузлий, уродливость, пониженная устойчивость к болезням и вредителям. Причем длительное культивирование каллусных клеток усугубляет эти изменения, поэтому период неорганизованного роста при микроразмножении должен быть сведен к минимуму.

Однако, несмотря на некоторые недостатки, данный метод имеет положительные стороны и преимущества. Во-первых, он является эффективным и экономически выгодным, так как в процессе размножения из каждой индивидуальной каллусной клетки при благоприятных условиях культивирования может сформироваться адвентивная почка, дающая начало новому растению. Во-вторых, в ряде случаев он является единственно возможным способом размножения растений в культуре тканей. В-третьих, представляет большой интерес для селекционеров, так как растения, полученные данным методом, различаются генетически и морфофизиологически. Это дает возможность селекционерам проводить отбор растений по хозяйственно-важным признакам и оценивать их поведение в полевых условиях. Этот метод целесообразно применять лишь к тем растениям, для которых показана генетическая стабильность каллусной ткани, а вариабельность между растениями-регенерантами не превышает уровня естественной изменчивости. К таким растениям можно отнести амариллис, томаты, спаржу, некоторые древесные породы и другие культуры. Через каллусную культуру были размножены сахарная свекла, некоторые представители рода *Brassica,* кукуруза, рис, пшеница и другие злаковые, подсолнечник, лен, разработаны условия, способствующие регенерации растений из каллуса огурца, картофеля, томатов.

Оздоровление посадочного материала от вирусов. Основное преимущество клонального микроразмножения – это получение генетически однородного, безвирусного посадочного материала. Этого возможно достичь, используя меристемные ткани апексов и пазушных почек органов стеблевого происхождения. Как правило, меристема состоит из конуса нарастания, а также одного или двух листовых зачатков (примордиев) и является свободной от инфекции.

Предположение о возможности отсутствия вирусов в меристематических тканях больных растений впервые высказано Н. Чунгом (1938) и П. Р. Уайтом (1943). Начиная с 50-х годов XX века были предприняты первые успешные опыты по получению свободных от вирусов растений георгина из точки роста. Авторы этого метода Ж. Морель и С. Мартин полагали, что в больном растении вирус распространяется с отставанием от быстро растущих молодых органов, особенно в молодых недифференцированных тканях, где концентрация вируса может снижаться, вплоть до полного отсутствия. Теоретические концепции, положенные в основу этого метода, стали проясняться в последнее время.

Структурной основой используемого на практике явления служит специфика строения точки роста растений; дистальная ее часть, представленная апикальной меристемой, у разных растений имеет средний диаметр до 200 мкм и высоту от 20

до 150 мкм. В более нижних слоях дифференцирующиеся клетки меристемы образуют прокамбий, дающий начало пучкам проводящей системы. Известно, что успех клонального микроразмножения зависит от размера меристематического экспланта, чем больше листовых зачатков и тканей стебля, тем легче идет процесс морфогенеза, заканчивающийся получением целого, нормального пробирочного растения. Вместе с тем зона, свободная от вирусных частиц, очень различна для разных вирусов. Это зависит также от вида и сорта растения. В колеоптиле злаков, например, размеры участка верхушки, не содержащей сосуды, могут достигать до 250 мкм. Такая особенность строения апикальной меристемы исключает проникновение в нее вируса путем быстрого транспортирования по проводящей системе, но допускает возможность медленного распространения через плазмодезмы, соединяющие меристематические клетки. При культивировании апикальной меристемы картофеля величиной 200 мкм на питательной среде и дальнейшее получение из нее растений-регенерантов показали, что среди полученных растений только 10 % были свободны от X-вируса, но 70 % – от Y-вируса.

Применение электронной микроскопии часто обнаруживает наличие вирусов в меристеме пораженных ими растений, это, впрочем, подтверждает общеизвестный факт, что число лишенных вируса растений после подобной операции чрезвычайно мало, и многие меристемы пораженных растений инфекционны.

Таким образом, эффективность применения апикальной меристемы в качестве метода оздоровления зараженных вирусами растений оказывается низкой. Это было доказано результатами, полученными рядом меристемных лабораторий Российской Федерации и Крыма, показывающими, что из апикальных меристем растений гвоздики, цимбидиума, пораженных вирусами CarMV и CarVMV, в условиях in vitro получают инфицированные мериклоны.

Практически возможно получение безвирусной апикальной меристемы от больного растения, но при этом риск попадания вирусов в здоровые ткани должен быть снижен до нуля. Это может быть достигнуто путем применения предварительной термотерапии исходных растений или хемотерапии.

Метод термотерапии применяется как в условиях in vivo, так и in vitro и предусматривает использование сухого горячего воздуха. Для объяснения механизма освобождения растений от вирусов в процессе термотерапии существуют различные гипотезы. Согласно одной из них, высокие температуры воздействуют непосредственно на вирусные частицы через их рибонуклеиновую кислоту и белковую оболочку, вызывая физическое разрушение и лишая вирусные частицы инфекционности. Вторая гипотеза состоит в том, что высокая температура действует на вирусы через метаболизм растений. Под влиянием высоких температур нарушается равновесие между синтезом и деградацией вирусных частиц. Если преобладает синтез, то концентрация вируса в зараженных тканях растет, и наоборот.

Растения, подвергающиеся термотерапии, помещают в специальные термокамеры, где в течение первой недели повышают температуру от 25 до 37 °С путем ежедневного увеличения температуры на 2 °С. Не менее важно при

термотерапии создавать и поддерживать на протяжении всего процесса оптимальные режимы: температуру 37 °С, освещенность лампами дневного света 5 тыс. лк, фотопериод в зависимости от культуры 14–16 ч в сутки при относительной влажности воздуха в термокамере 90 %.

Продолжительность термотерапии всецело зависит от состава вирусов и их термостойкости. Если, например, для гвоздики достаточно 10 – 12-недельного воздействия теплом, то для освобождения хризантемы от Б-вируса этот период длится 12 недель и более. Однако существуют растения, например луковичные культуры, цимбидиум, розы и другие, рост которых угнетается в результате длительной термотерапии in vivo. Для таких растений целесообразно проводить термотерапию растений-регенерантов in vitro.

Помимо положительного действия термотерапии на освобождение растений от вирусов выявлен положительный эффект высоких температур на точку роста и процессы морфогенеза некоторых цветочных культур (гвоздики, хризантемы, фрезии) в условиях in vitro. Применение термотерапии позволяет увеличить коэффициент размножения на 50–60 %, повысить адаптацию пробирочных растений-регенерантов к почвенным условиям, а также получить более высокий процент безвирусных маточных растений.

Применение термотерапии в сочетании с меристемной культурой позволяет оздоровить более 70 % растений-регенерантов хмеля от вирусного хлороза, 90 % растений земляники, 25 % – черной и красной смородины, 50 % – малины, более 80 % – картофеля. Проверку растений на наличие вирусов, как правило, проводят при помощи иммуноферментного анализа, электронной микроскопии и травянистых растений-индикаторов.

Другой способ, применяемый для освобождения растений от вирусов, – хемотерапия. Он заключается в добавлении в питательную среду, на которой культивируют апикальные меристемы, аналога гуанозина – 1(3-Д-рибофуранозил-1,2,4-триазол-3-карбоскимид (коммерческое название вирозол) в концентрации 20—50 мг/л. Это противовирусный препарат широкого спектра действия. При использовании вирозола в культуральной среде процент безвирусных меристемных растений для ряда обычных для этих растений вирусов увеличивался до 80–100 % при 0–41 % в контроле. Положительные результаты хемотерапии были получены для сливы, черешни, малины, некоторых цветочных и других растений. Термо- и хемотерапевтические методы оздоровления посадочного материала от вирусов экономически малоэффективны. Поэтому в настоящее время с помощью методов трансгеноза создаются формы растений с генетической устойчивостью к вирусам.

5. ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БИОТЕХНОЛОГИИ В СИМБИОТИЧЕСКОЙ АЗОТФИКСАЦИИ.

Гены азотфиксации и их регуляция.

Азотфиксаторы не составляют какого-либо определенного таксона микроорганизмов. Они встречаются во всех основных группах прокариот: среди

грамотрицательных и грамположительных эубактерий, цианобактерий, актиномицетов и архебактерий. Большинство азотфиксирующих микробов являются диазотрофами, т. е. могут использовать N2 в качестве единственного источника азота. В то же время некоторые азотфиксаторы могут фиксировать N2 лишь в симбиозе с растениями (*Rhizobium, Frankia).* И наконец, ряд микробов *(Azorhizobium, Anabaena, Nostoc)* совмещает способность к диазотрофии и к симбиозу с растениями.

Синтез и выделение сигналов. Образование симбиоза клубеньковых бактерий и бобовых растений начинается с реакции ризобий на растительные флавоноиды, которые активируют бактериальные гены вирулентности (*nod*, от англ. nodulation — клубенькообразование). Под контролем этих генов ризобии синтезируют липо-хито-олигосахаридные Nod-факторы, которые инициируют ранние стадии развития клубеньков. К настоящему времени у ризобий найдено более 50 генов вирулентности. Одни из этих генов являются «общими» (структурно и функционально гомологичными) для всех ризобий, а другие — специфичны для каждого вида или даже штамма. Мутации в «общих» *nod-генах (nodA, nodB, nodC* приводят к нарушению самой ранней стадии развития симбиоза — скручивания корневых волосков. При мутациях генов хозяйской специфичности (*nodH, nodP nodQ, nodZ, nodX)* обычно нарушаются более поздние стадии взаимодействия, связанные с формированием инфекционных нитей и клубеньковых меристем. Важные различия между этими группами генов вирулентности выявляются и при переносе их между разными видами ризобий. Перенос генов хозяйской специфичности обычно приводит к тому, что штамм-реципиент приобретает способность формировать клубеньки у растений-хозяев штамма-донора. При переносе «общих» *nod*-генов такого эффекта не наблюдается, однако если реципиентом являлся авирулентный мутант с нарушением собственных «общих» - *nod*-генов, то у него наблюдается восстановление способности формировать клубеньки на исходных растениях-хозяевах.

Гены обеих групп являются индуцибельными: их активность первоначально удавалось зарегистрировать только после попадания ризобий в ризосферу растения. При этом флавоноиды, выделяемые в почву семенами или корнями бобовых, взаимодействуют с бактериальным белком NodD, который в результате приобретает способность активировать транскрипцию остальных *nod*-генов (*nodD*— единственный конститутивно работающий ген вирулентности ризобий). Ген *nodD* является представителем семейства регуляторов транскрипции, куда относятся такие хорошо изученные гены, как *lysR* и *araC*. В белке NodD выявлено два домена: наиболее консервативный N-концевой, который связывается с ДНК, и менее консервативный С-концевой, который предположительно взаимодействует с флавоноидами. Белок NodD связан с внутренней мембраной ризобиальной клетки, через которую проникают флавоноиды. Взаимодействуя с ними, белок NodD изменяет свою конформацию, в результате чего становится возможным его связывание с консервативной последовательностью *«nod-box»,* расположенной в промоторах индуцибельных генов вирулентности. В результате повышается сродство этих промоторов к РНК-полимеразе и индуцируется их транскрипция.

Конечным продуктом действия генов вирулентности являются Nod-факторы, способность к синтезу которых — уникальное свойство ризобий. Эти факторы представляют собой модифицированные липохито-олигосахариды, которые состоят из 3–6 остатков N-ацетилглюкозамина и радикала ненасыщенной жирной кислоты, содержащего 16–20 атомов углерода. Биосинтез этих факторов включает следующие процессы:

1) полимеризация N-ацетилглюкозамина (синтезируемых из фукозы под контролем белка NodM) с образованием 1–4-р-гликозидных связей. Эта реакция, катализируемая белком NodC, приводит к образованию олигомеров хитина;

2) деацетилирование «нередуцирующего» концевого остатка глюкозамина в положении R1 (катализируется блоком NodB) и последующее присоединение к атому азота жирнокислотного остатка (катализируется белком NodA);

3) модификации образовавшегося липохито-олигосахарида (коровая часть Nod-фактора): атомы водорода на «редуцирующем» и «нередуцирующем» концах замещаются на различные радикалы (фукозил, сульфат, метил, ацетил и др.).

Важно отметить, что эти стадии биосинтеза Nod-фактора контролируются разными группами *nod*-генов: синтез коровой части происходит под контролем «общих» *nod*-генов, а его модификация — под контролем генов хозяйской специфичности.

Очищенные Nod-факторы в концентрации всего 10^{-8}—10^{-12} М инициируют ранние стадии формирования симбиоза: скручивание корневых волосков, закладку клубеньковых меристем, а у некоторых бобовых (люцерна) — даже начальные стадии гистогенеза клубеньков. У *Vicia sativa* уже 5—10 мин воздействия Nod-факторов достаточно для начала деформации корневых волосков, которая проявляется через 1 ч, а через 3 ч в восприимчивых зонах корня может деформироваться более половины волосков. Первыми биохимическими реакциями, которые вызывают Nod-факторы, являются деполяризация клеточной мембраны корневого волоска (происходит через 10 мин после инокуляции), а также модуляция ионных потоков в клетках эпидермиса.

Важно отметить, что Nod-факторы — это те сигналы, которые в значительной степени определяют специфичность всего симбиотического взаимодействия. Наибольшую роль в этом играют модификации Nod-факторов, осуществляемые под контролем генов хозяйской специфичности. Так, сульфатирование положения R6 на «редуцирующем конце», характерное для ризобий люцерны (*R. meliloti*), необходимо для индукции ранних симбиотических реакций у «гомологичного» хозяина (люцерны), тогда как в отсутствие сульфатной группы наблюдают индукцию этих же реакций у вики. При мутациях, инактивирующих белок NodH, который катализирует сульфатирование, *R. meliloti* утрачивает вирулентность по отношению к люцерне, но приобретает вирулентность к вике, симбионты которой *(R. leguminosarum* bv. *viceae)* лишены гена *nodH.*

Бобово-ризобиальный симбиоз и повышение эффективности биологической фиксации азота.

Симбиоз, образуемый бобовыми растениями (сем. *Fabaceae)* и клубеньковыми бактериями (ризобиями), – одна из наиболее изученных надорганизменных систем. Это обусловлено несколькими причинами. Ризобии *{Azorhizobium, Bradyrhizobium, Mesorhizobium,*

Rhizobium, Sinorhizobium) являются факультативными симбионтами, которые легко культивируются *explanta* и доступны для изучения всеми современными молекулярно-генетическими методами. Клубеньки бобовых оказались очень удобной моделью для анализа ряда ключевых функций растения: сигнальных процессов и экспрессии генов, клеточной дифференцировки и органогенеза, азотного и углеродного обмена. И наконец, важным стимулом для изучения бобово-ризобиального симбиоза является его практическая значимость: многие бобовые относятся к числу важных сельскохозяйственных культур, повышение продуктивности которых весьма актуальная задача.

Взаимодействие ризобий и растений характеризуется высокой специфичностью. Она выражается, во-первых, в том, что образование симбиоза ограничено почти исключительно семейством бобовых; единственным небобовым, образующим клубеньки с ризобиями, является *Parasponia* (сем. *Ulmaceae).* Во-вторых, большинство ризобий вступают в симбиоз лишь с ограниченным кругом бобовых, относящихся к одному роду (*R. galegae, R. leguminosarum bs.trifolii)* или к нескольким таксономически близким родам (*Rhizobium meliloti, R. leguminosarum* bv. *viceae).*

Развитие бобово-ризобиального симбиоза — сложный многостадийный процесс, который включает четыре группы процессов: ранние (преинфекционные) взаимодействия; морфогенез клубеньков; регуляция развития эндосимбионтов; функционирование клубеньков как органов азотфиксации. Все эти процессы находятся под строгим контролем как бактерий, так и растения-хозяина.

6. БИОТЕХНОЛОГИЯ КОРМОВЫХ ПРЕПАРАТОВ.

Получение кормовых белков.

Белки являются обязательными компонентами клеток любого живого организма, выполняющими жизненно важные функции: каталитические, регуляторные, транспортные, биоэнергетические, защитные от инфекции и действия стрессовых факторов, структурные, запасные и др. В вегетативной массе растений на долю белков приходится 5–15 % сухого вещества, в зерне злаков – 8–18 %, семенах масличных растений – 16–28 %, зерне зернобобовых культур – 20–40 %. В различных тканях организма человека и животных содержание белков обычно от 20 до 80 % их сухой массы.

Исходя из этого совершенно очевидно, что для образования клеток и тканей организма, а также поддержания его жизненных функций должен осуществляться постоянный синтез структурных и других форм белков. Для синтеза белковых молекул все живые организмы используют 18 аминокислот и два амида (аспарагин и глутамин). Однако после синтеза белков их молекулы могут подвергаться моди-

фикациям, вследствие чего в составе белков обнаруживают до 26 аминокислот.

Растения и большинство микроорганизмов способны синтезировать все входящие в их состав аминокислоты из простых веществ – углекислоты, воды и минеральных солей, тогда как в организме человека и животных некоторые аминокислоты не могут синтезироваться и должны поступать в организм в готовом виде как компоненты пищи. Такие аминокислоты принято называть *незаменимыми*, к ним относятся валин, лейцин, изолейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан, фенилаланин. Отсутствие в пище хотя бы одной незаменимой аминокислоты приводит к тяжелым заболеваниям человека, а недостаток их в кормах снижает продуктивность сельскохозяйственных животных.

В связи с необходимостью обеспечения человека и животных незаменимыми аминокислотами разработаны научно-обоснованные нормы их суточного потребления. Так, ежедневная потребность человека в незаменимых аминокислотах составляет (г): валин – 5,0; лейцин – 7,0, изолейцин – 4,0, лизин – 5,5, метионин – 3,5, треонин – 4,0, триптофан – 1,0, фенилаланин – 5,0.

Главными источниками незаменимых аминокислот для человека являются белки животного или растительного происхождения, входящие в состав пищи, а для сельскохозяйственных животных – главным образом растительные белки. Поступающие с пищей или кормом белковые вещества под действием ферментов желудочного сока гидролизуются до аминокислот, которые затем используются для образования белковых молекул человеческого или животного организма. При этом первостепенное значение имеют незаменимые аминокислоты, недостаток которых вызывает прекращение синтеза белков и, следовательно, задержку роста и развития организма.

Следует также учитывать, что все незаменимые аминокислоты должны содержаться в белках пищи в определенных соотношениях, отвечающих потребностям данного организма. Если хотя бы одна аминокислота окажется в недостатке, то другие аминокислоты, оказавшиеся в избытке, не будут использоваться для синтеза белков (в соответствии с механизмом синтеза белков). В таких условиях для обеспечения дальнейшего синтеза белковых веществ и поддержания жизнедеятельности организма потребуется дополнительное количество пищевого или кормового белка, вследствие чего увеличивается расходование пищи или корма. Последнее особенно важно учитывать в животноводстве, так как несбалансированность кормовых белков по содержанию незаменимых аминокислот приводит к значительному перерасходу кормов и существенному повышению себестоимости животноводческой продукции.

Для предотвращения перерасхода кормов необходимо контролировать, с одной стороны, сбалансированность белков корма по содержанию незаменимых аминокислот, а с другой стороны, количество белка в корме. Для оценки аминокислотного состава белков определяют показатели, характеризующие их биологическую питательную ценность. Кормовые и пищевые белки, имеющие оптимальное содержание незаменимых аминокислот, называют *биологически полноценными белками.*

В результате обобщения многочисленных данных по изучению аминокислотного

состава белков Международной организацией по продовольствию и сельскому хозяйству (ФАО), образованной при ООН, разработаны рекомендации, в которых дается оптимальное содержание незаменимых аминокислот в пищевых и кормовых белках. Эти нормативы используются в качестве эталона при оценке биологической питательной ценности различных белков. Например, если принять за 100 % биологическую ценность эталонного по рекомендациям ФАО белка, то биологическая ценность большинства животных белков составляет 90–95 %; белков вегетативной массы бобовых трав – 80–90 %; белков зерна зернобобовых и семян масличных культур, клубней картофеля, корнеплодов, овощей, вегетативной массы многих травянистых растений – 75–85 %; белков зерна большинства злаковых культур – 60–70 %; особенно низкая биологическая ценность белков зерна кукурузы – 52–58 %.

В соответствии с нормами питания человек должен ежедневно получать с пищей от 60 до 120 г полноценного белка. Для правильного кормления сельскохозяйственных животных необходимо, чтобы в их кормовом рационе в расчете на каждую кормовую единицу содержалось 100–120 г хорошо перевариваемого и полноценного белка.

Если содержание белков в растительной массе, используемой для кормления сельскохозяйственных животных, ниже, чем требуется по нормам, то во избежание перерасхода кормов и повышения себестоимости животноводческой продукции количество белка в корме балансируют путем добавления белковых концентратов. По такому же принципу контролируют содержание в кормовом белке незаменимых аминокислот. Недостающее до нормы количество какой-либо аминокислоты балансируют добавлением в корм чистых препаратов дефицитных аминокислот или белковой массы, имеющей более высокое содержание данной аминокислоты по сравнению с принятым эталоном.

Характеристика аминокислотного состава различных растительных белков дается в табл. 6.1, из которой видно, что наиболее сбалансированное содержание незаменимых аминокислот имеют белки зерна сои, у нее отмечается лишь некоторый дефицит по метионину и триптофану. Относительно высокую биологическую ценность имеют также белки зерна риса и гороха. В то же время широко возделываемые в нашей стране зерновые культуры – пшеница, кукуруза, ячмень – отличаются несбалансированным аминокислотным составом белков. В белках зерна пшеницы и ячменя очень мало содержится лизина, метионина и изолейцина, а в белках зерна кукурузы еще и триптофана.

Вследствие того, что белки сои хорошо сбалансированы по аминокислотному составу и их содержание в семенах достигает 35–40 %, эта культура имеет важное значение как самый дешевый источник пищевого и кормового белка. Крупнейшим поставщиком соевого белка на мировом рынке являются США. В России, хотя и проводятся работы по расширению посевов сои, ее возделывание ограничено вследствие неблагоприятных климатических условий. Однако ведется поиск других источников полноценного белка. Одним из важных путей в этом направлении является расширение посевов других зернобобовых культур, которые так же, как и соя, способны накапливать в зерне большое количество белка (25–35 %), имеющего

высокую биологическую ценность.

Наряду с этим разрабатываются и реализуются научные программы, связанные с созданием новых генотипов зерновых культур, отличающихся повышенным содержанием в зерне белков с улучшенным аминокислотным составом. Возможность создания таких программ стала реальной после открытия высоколизиновых мутантов кукурузы с генами Опейк-2 и Флаури-2, в белках зерна которых содержится значительно больше лизина и триптофана, чем у обычной кукурузы.

В результате селекционной работы, проведенной в Краснодарском научно-исследовательском институте сельского хозяйства им. П.П. Лукьяненко, на основе указанных генов получены высокобелковые и высоколизиновые гибриды кукурузы, которые по урожайности не уступают районированным гибридам. В суммарном белке зерна полученных новых генотипов кукурузы содержание лизина повышено на 50–80 %, триптофана – на 30–50 %. Использование зерна такой кукурузы для кормления сельскохозяйственных животных позволяет существенно повысить их продуктивность и сократить затраты кормового белка на 20–25 %.

Во многих научных лабораториях проводится селекционно-генетическая работа по улучшению аминокислотного состава белков зерна ячменя на основе скрещиваний с высоколизиновыми формами

Хайпроли и Ризо 1508, осуществляется также поиск генетических иточников высокого содержания белка с улучшенным аминокислотным составом для пшеницы, тритикале и других зерновых культур. Особые надежды возлагаются на новые методы создания ценных генотипов сельскохозяйственных растений, основанные на использовании достижений генетической и клеточной инженерии.

Зерновые культуры составляют большой удельный вес в структуре кормопроизводства нашей страны. В среднем на долю белков зерна приходится около 50 % от общего количества кормового белка, а в свиноводстве и птицеводстве до 80 %. Для балансирования кормов, включающих в качестве основного компонента зерно злаковых культур, по белку и незаменимым аминокислотам применяются концентрированные кормовые добавки – комбикорма.

Для приготовления комбикормов обычно используют мясо-костную и рыбную муку, отходы мясной и молочной промышленности, жмыхи масличных растений, отруби, шроты зернобобовых культур. Учитывая, что рыбная и костная мука, другие белковые отходы животного происхождения во все большем объеме направляются на получение пищевых белков, требуется их полноценный заменитель, способный сбалансировать недостаток белков и незаменимых аминокислот не только в зерновой части кормового рациона, но и в растительных компонентах комбикормов.

В результате изучения различных организмов было выяснено, что высокой интенсивностью синтеза белков отличаются многие микроорганизмы, причем белки микробных клеток имеют повышенное содержание незаменимых аминокислот . В специальных опытах была проведена пищевая и токсикологическая оценка белковой микробной массы, которая показывает, что клетки некоторых микроорганизмов можно использовать в качестве концентрированных кормовых добавок, не уступающих по биологической ценности белков соевому шроту или рыбной муке.

Микроорганизмы в качестве источников кормового белка имеют ряд преимуществ по сравнению с растительными и даже животными организмами. Они отличаются высоким (до 60 % сухой массы) и устойчивым содержанием белков, тогда как в растениях концентрация белковых веществ значительно варьирует в зависимости от условий выращивания, климата, погоды, типа почвы, агротехники и др. Наряду с белками в микробных клетках образуются и другие ценные в питательном отношении вещества: легкоусвояемые углеводы, липиды с повышенным содержанием ненасыщенных жирных кислот, витамины, макро- и микроэлементы.

При использовании микроорганизмов на ограниченной площади можно организовать промышленное производство и получать большое количество кормовых концентратов в любое время года, причем микробные клетки способны синтезировать белки из отходов сельского хозяйства и промышленности и, таким образом, позволяют одновременно решать другую важную проблему – утилизацию этих отходов в целях охраны окружающей среды.

Микроорганизмы имеют еще одно ценное преимущество – способность очень быстро наращивать белковую массу. Например, растения сои массой 500 кг в фазе созревания семян способны в сутки синтезировать 40 кг белков, бык такой же массы – 0,5–1,5 кг, а дрожжевые клетки массой 500 кг – до 1,5 т белков. В качестве источников кормового белка наиболее часто используются различные виды дрожжей и бактерий, микроскопические грибы, одноклеточные водоросли, белковые коагуляты травянистых растений.

Кормовые дрожжи. Дрожжи впервые стали использовать как источник белка для человека и животных в Германии во время Первой мировой войны, когда была разработана промышленная технология культивирования пивных дрожжей *(Saccharomyces cerevisiae),* предназначенных для добавления в продукты питания. В нашей стране первый завод по производству кормовых дрожжей был пущен в 1935 г. Дрожжи выращивали на гидролизатах из отходов древесины и другого целлюлозосодержащего растительного сырья, которые при гидролизе образуют легкоусвояемые для микроорганизмов формы углеводов. В настоящее время нашей биотехнологической промышленностью на основе гидролиза растительного сырья производится значительный объем кормовых дрожжей для сельского хозяйства.

В качестве исходного сырья при такой технологии получения кормового белка обычно используются отходы целлюлозной и деревообрабатывающей промышленности, солома, хлопковая шелуха, корзинки подсолнечника, льняная костра, стержни кукурузных початков, свекловичная меласса, картофельная мезга, виноградные выжимки, пивная дробина, верховой малоразложившийся торф, барда спиртовых производств, отходы кондитерской и молочной промышленности.

Измельченное растительное сырье, содержащее большое количество клетчатки, гемицеллюлоз, пентозанов, подвергается кислотному гидролизу при повышенном давлении и температуре, в результате чего 60–65 % содержащихся в них полисахаридов гидролизуются до моносахаридов. Полученный гидролизат отделяют от лигнина, избыток кислоты, применяемой для гидролиза, нейтрализуют известковым молоком или аммиачной водой. После охлаждения и отстаивания в гидролизат добавляют минеральные соли, витамины и другие вещества, необходимые для

жизнедеятельности микроорганизмов. Полученная таким образом питательная среда подается в ферментерный цех, где осуществляется выращивание дрожжей.

Для культивирования на гидролизатах растительных отходов наиболее эффективны дрожжи родов *Candida, Torulopsis, Saccharomyces,* которые способны использовать в качестве источника углерода гексозы, пентозы и органические кислоты. При оптимальных условиях из 1 т отходов хвойной древесины можно получить 200 кг кормовых дрожжей.

Для получения кормовых дрожжей применяется технология их глубинного выращивания в специальных аппаратах – ферментерах, в которых обеспечиваются режим постоянного перемешивания суспензии микробных клеток в жидкой питательной среде и оптимальные условия аэрации. В целях поддержания заданного температурного режима в конструкции ферментера предусматривается система отвода избыточной теплоты. Рабочий цикл выращивания культуры дрожжей длится около 20 ч. По окончании рабочего цикла культуральная жидкость вместе с суспендированными в ней клетками дрожжей выводится из ферментера, а в него вновь подается питательный субстрат и культура дрожжевых клеток для выращивания.

Выведенная из ферментера суспензия микробных клеток далее подается на флотационную установку, на которой производится отделение биомассы дрожжей от культуральной жидкости. В процессе флотации происходит вспенивание суспензии, при этом микробные клетки всплывают на поверхность вместе с пеной, которая отделяется от жидкой фазы декантацией. После отстаивания дрожжевая масса концентрируется при помощи сепаратора. Для достижения лучшей перевариваемости дрожжей в организме животных проводится специальная обработка микробных клеток (механическая, ультразвуковая, термическая, ферментативная), обеспечивающая разрушение их клеточных оболочек. Затем дрожжевая масса упаривается до необходимой концентрации и высушивается, влажность готового продукта не должна превышать 8–10 %.

В сухой дрожжевой массе содержится 40–60 % сырого белка, 25–30 % усвояемых углеводов, 3–5 % сырого жира, 6–7 % клетчатки и зольных веществ, большое количество витаминов (до 50 мг%). Посредством обработки дрожжей ультрафиолетовыми лучами проводится их обогащение витамином D2, который образуется из содержащегося в них эргостерина. Для улучшения физических свойств готового продукта кормовые дрожжи выпускают в гранулированном виде.

На основе ферментации гидролизатов растительного сырья наряду с производством кормовых дрожжей получают также этиловый спирт. В этом случае особенность технологии заключается в том, что вначале проводится спиртовое брожение, в результате которого происходит утилизация содержащихся в гидролизате гексоз. После отгонки спирта остается неиспользованный субстрат – барда, содержащая в основном пентозы. Эта послеспиртовая барда используется далее как питательная среда для выращивания кормовых дрожжей. Таким образом, из гидролизатов растительных отходов одновременно могут быть получены два вида ценной продукции.

В России и некоторых других нефтедобывающих странах разработаны

технологии получения кормовых дрожжей из *n*-парафинов нефти. Дрожжевые клетки могут использовать в качестве источников углерода для их роста неразветвленные углеводороды с числом углеродных атомов от десяти до тридцати. Они представляют собой жидкие фракции с температурами кипения 200–320 °С, которые выделяют из нефти путем ее перегонки.

Очищенные фракции углеводородов нефти, используемые для выращивания дрожжей, могут быть получены тремя методами: низкотемпературной кристаллизации, карбамидной депарафинизации и адсорбции на молекулярных ситах. В соответствии с первым методом проводится кристаллизация высококипящих фракций после растворения их в смеси органических растворителей при постоянном охлаждении. Затем очищенные путем кристаллизации продукты используются для приготовления питательной среды микроорганизмов. Второй метод основан на способности *n*-парафинов нефти образовывать прочный комплекс с молекулами карбамида, который после отделения от остальных фракций легко разлагается при нагревании, в результате чего при помощи перегонки можно получить очищенную фракцию *n* -парафинов. Третьим методом производится адсорбция нужных фракций углеводородов нефти на молекулярных ситах (цеолитах), после чего проводят их десорбцию, и таким образом удается выделить фракции высокой степени очистки.

В других странах такая технология производства дрожжей не получила развития вследствие высоких мировых цен на нефть. В нашей стране первый завод по производству кормовых дрожжей из жидких парафинов нефти вступил в действие в 1971 г.

При выращивании микроорганизмов на *n* -парафинах нефти в приготовленную из них питательную среду добавляют макро- и микроэлементы, необходимые витамины и аминокислоты, а в качестве источника азота – аммиачную воду. В процессе культивирования дрожжей в ферментере поддерживается оптимальный температурный режим и режим аэрации. Наиболее эффективны для выращивания на *n* -парафинах нефти отселектированные штаммы дрожжей *Candida guilliermondii*. Выделение и сушка дрожжевой массы проводится примерно по такой же технологии, как и в гидролизном производстве. Высушенная дрожжевая масса гранулируется и используется как белково-витаминный концентрат (БВК) для кормления сельскохозяйственных животных, содержащий до 50–60 % белковых веществ. Содержание остаточных углеводородов допускается не более 0,1 %.

В целях более полного использования сырья и снижения в товарном продукте остаточных углеводородов разработаны усовершенствованные технологии получения БВК, включающие двухступенчатую ферментацию и последующую экстракцию из дрожжей остаточных углеводородов бензином. При этом содержание сырого белка в дрожжевой массе может быть повышено до 58–65 % в расчете на сухую массу, а содержание остаточных углеводородов снижено до 0,05 %.

Хороший субстрат для выращивания кормовых дрожжей – молочная сыворотка, являющаяся производственным отходом при переработке молока. В 1 т молочной сыворотки в среднем содержится 10 кг полноценного белка и 50 кг дисахарида лактозы, который легко утилизируется микроорганизмами. Для выделения из

молочной сыворотки белков разработана эффективная технология с применением метода ультрафильтрации низкомолекулярных веществ через мембраны. Получаемые таким способом белки используются для приготовления сухого обезжиренного молока или в качестве пищевой белковой добавки. Остающиеся после отделения белков жидкие отходы (пермеат), содержащие лактозу, могут быть затем переработаны путем культивирования дрожжей в обогащенные белками кормовые продукты.

Часто дрожжеванию подвергается молочная сыворотка без предварительного выделения из нее белков, при этом выращиваются специальные расы кормовых дрожжей из рода *Torulopsis*. На основе дрожжевания молочной сыворотки производится три вида кормовых белковых продуктов: заменитель цельного молока для кормления молодняка сельскохозяйственных животных – «БИО – ЗЦМ»; жидкий белковый продукт «Промикс» с содержанием белков в 2,5–3 раза выше, чем в исходной молочной сыворотке; сухой обогащенный дрожжевыми белками продукт «Провилакт», применяемый как заменитель сухого обезжиренного молока.

Кроме углеводов и углеводородов в качестве источников углерода дрожжевые клетки могут также использовать низшие спирты – метанол и этанол, которые обычно получают из природного газа или растительных отходов. Дрожжевая масса, полученная после культивирования дрожжей на спиртах, отличается высоким содержанием белков (56–62 % от сухой массы) и в ней меньше содержится вредных примесей, чем в кормовых дрожжах, выращенных на *н*-парафинах нефти.

Как показывают опыты по изучению питательных свойств кормовых дрожжей, они достаточно хорошо перевариваются в организме животных (переваримость белков 80–90 %), по сумме незаменимых аминокислот близки к эталону ФАО, а по содержанию в белках лизина, треонина, валина и лейцина существенно превышают эталон ФАО. Вместе с тем белки дрожжей частично не сбалансированы по метионину и в них содержится мало других серосодержащих аминокислот.

По сравнению с растительными источниками белков кормовые дрожжи имеют повышенное содержание нуклеиновых кислот (4–6 % от сухой массы), которые в такой концентрации оказывают вредное воздействие на организм. В результате их гидролиза образуется много пуриновых оснований, превращающихся затем в соли мочевой кислоты, которые откладываясь в организме, могут быть причиной мочекаменной болезни, остеохондроза и других заболеваний. Вследствие этого оптимальная норма добавления дрожжевой массы в корм сельскохозяйственных животных обычно составляет не более 5–10 % от сухого вещества или 10—20 % дрожжевого белка от общего количества белка в кормовом рационе.

Кормовые дрожжи, культивируемые на питательной среде из *н*-парафинов нефти, могут содержать многие вредные примеси — производные бензола, *D*-аминокислоты, аномальные липиды, различные токсины и канцерогенные вещества, поэтому их подвергают специальной очистке (экстракция бензином).

При организации производства кормовых дрожжей во избежание загрязнения окружающей среды возникают проблемы очистки газообразных и жидких отходов, в связи с чем ведется работа по созданию экологически чистых безотходных технологий с замкнутым циклом водоиспользования.

Кроме совершенствования производственной технологии, важное значение имеет создание высокопродуктивных штаммов дрожжей, способных накапливать много белка, быстро наращивать биомасссу и эффективно использовать субстрат для своей жизнедеятельности. Для создания новых штаммов микроорганизмов применяются как методы обычной селекции, так и генно-инженерная биотехнология.

Наряду с использованием дрожжевых белков в качестве кормовой добавки при балансировании рационов сельскохозяйственных животных ставится задача сделать эти белки пригодными для питания человека. Уже в 30-х – 40-х годах XX века в некоторых странах были разработаны технологии культивирования пивных и других пищевых дрожжей *(Saccharomyces cerevisiae, Candida arborea, Candida utilis*), которые использовались как белковые добавки к различным пищевым продуктам.

При переработке в пищевой белок биомассу дрожжей тщательно очищают. С этой целью клеточные оболочки дрожжевых клеток разрушают при помощи механической, щелочной, кислотной или ферментативной обработки и затем экстрагируют гомогенную дрожжевую массу органическим растворителем. После очистки от органических и минеральных примесей полученный дрожжевой продукт обрабатывают щелочным раствором для растворения белков, затем белковый раствор отделяют от оставшейся массы дрожжей и направляют на диализ. В процессе диализа из белкового раствора удаляются низкомолекулярные примеси. Очищенные диализом белки осаждают, высушивают и полученную белковую массу используют в качестве добавок в различные пищевые продукты: сосиски, студни, паштеты, мясные и кондитерские начинки.

Белки дрожжей находят также применение при получении искусственного мяса, для этого проводится текстурирование белков — нагревание с последующим быстрым охлаждением или продавливание белковой пасты через отверстия малого диаметра. Для улучшения свойств в белковую пасту добавляют полисахариды и другие компоненты. Гидролизаты белков используются в качестве вкусовых приправ, для приготовления медицинских препаратов и лечебного питания.

Белковые концентраты из бактерий. Наряду с получением кормовых дрожжей важное значение для кормопроизводства имеют также бактериальные белковые концентраты с содержанием сырого белка 60–80 % от сухой массы. Известно более 30 видов бактерий, которые могут быть использованы в качестве источников полноценного кормового белка. Бактерии способны наращивать биомассу в несколько раз быстрее дрожжевых клеток и в белке бактерий содержится значительно больше серосодержащих аминокислот, вследствие чего он имеет более высокую биологическую ценность по сравнению с белком дрожжей. Источником углерода для бактерий могут служить различные газообразные продукты (природный и попутный газы, газовый конденсат и др.), низшие спирты (метанол и этанол), водород.

При использовании в качестве сырья газообразных продуктов, основным компонентом которых является метан, питательную смесь под давлением подают в специальный ферментер струйного типа. В целях лучшей утилизации сырья микроорганизмами в таком ферментере предусматривается рециркуляция газовой смеси. Для обеспечения необходимой аэрации культуры бактерий производится

продувка ферментера воздухом или кислородом. Чаще всего на газовых питательных средах выращивают бактерии рода *Methylococcus*, способные при оптимальных условиях утилизировать до 85–90 % подаваемого в ферментер метана. Все технологические линии, связанные с культивированием бактерий в газовой среде, требуют точного контроля за составом этой среды и оснащения производственных установок герметизированным, взрывобезопасным оборудованием.

По окончании ферментации клетки бактерий осаждают и отделяют от питательной среды на сепараторе. Полученную бактериальную массу затем подвергают механической или ультразвуковой обработке с целью разрушения клеточных оболочек, после чего высушивают и используют для приготовления кормовых белковых концентратов.

В связи с тем, что газовая среда из метана и воздуха взрывоопасна и для лучшей утилизации метана бактериями требует постоянной рециркуляции, производство кормового белка из газообразных продуктов является довольно сложным и дорогим. Более широкое применение находит технология выращивания бактериальной белковой массы на метаноле, который можно легко получить путем окисления метана. При культивировании на питательной среде, содержащей метанол, наиболее эффективны бактерии родов *Methylomonas, Pseudomonas, Methylophillus***.** Выращивают эти бактерии в обычном ферментере с использованием жидкой питательной среды.

Широкомасштабное производство кормовых белков на основе использования метанола впервые было организовано в Англии. Концерном «Ай-Си-Ай» выпускается кормовой белковый препарат с коммерческим названием «Прутин». В нашей стране также разработана технология получения бактериальной белковой массы из метанола, коммерческое название препарата – «Меприн». Он содержите своем составе до 70–74 % от сухой массы белков, до 5 % липидов, животных. Для лучшей их переваримости разрушают целлюлозные оболочки посредством специальной обработки.

Клетки спирулины в 100 раз крупнее хлореллы, однако, они не имеют прочной целлюлозной оболочки и поэтому лучше перевариваются в организме животных. Выращивается спирулина в щелочной среде (pH 10–11), при естественных условияхв щелочных озерах.

По интенсивности накопления биомассы водоросли, хотя и уступают кормовым дрожжам и бактериям, значительно превосходят сельскохозяйственные растения. При их выращивании в культиваторах открытого типа с 1 га водной поверхности можно получать до 70 т сухой биомассы в год, тогда как при возделывании пшеницы – 3–4 т, риса – 5 т, сои – 6 т, кукурузы – 7 т.

Содержание белков в клетках хлореллы и сценедесмус составляет 45–55 % в расчете на сухую массу, а в клетках спирулины достигает 60–65 %. Белки водорослей хорошо сбалансированы по содержанию незаменимых аминокислот, недостаточно содержится лишь метионина. Наряду с высоким содержанием белковых веществ в клетках водорослей довольно много синтезируется полиненасыщенных жирных кислот (являющихся, как и некоторые аминокислоты, незаменимыми) и провитамина А – каротина (до 150 мг%). Каротина в биомассе

водорослей в 7–9 раз больше, чем в травяной муке из люцерны, отличающейся наиболее высоким содержанием этого провитамина среди кормовых трав. Содержание нуклеиновых кислот в одноклеточных водорослях значительно ниже (2–4 %), чем у бактерий, однако несколько выше по сравнению с растительными источниками белка (1-2%).

Технология получения белковой массы из клеток водорослей включает выращивание промышленной культуры в культиваторах открытого или закрытого типа, отделение водорослей от массы воды, приготовление товарного продукта в виде суспензии, сухого порошка или пастообразной массы. Процесс отделения клеток водорослей от массы воды энергоемкий, так как необходимо перерабатывать большие объемы жидкости.

Вначале отстаивают клеточную суспензию, затем клетки водорослей отделяют от воды декантацией. Для ускорения осаждения клеток часто применяют метод химической флоккуляции, вызывающий быструю коагуляцию частиц. После осаждения клеточной биомассы ее пропускают через сепаратор, в результате чего происходит концентрирование суспензии до необходимой концентрации. Если требуется получить пастообразный препарат, то полученную белковую массу высушивают. Для улучшения переваримости биомассы клеток хлореллы и сценедесмус проводят их обработку с целью разрушения клеточных оболочек.

В нашей стране наиболее распространено выращивание хлореллы, которая применяется для кормления сельскохозяйственных животных в виде суспензии (1,5 г/л сухого вещества) или сухого порошка. Суточная норма суспензии хлореллы при кормлении молодняка крупного рогатого скота – 3–6 л, взрослых животных – 8–10 л. При добавлении в корм жвачных животных муки хлореллы допускается замена 50 % растительного белка белком водоросли.

Важное значение имеет выращивание водорослей на стоках промышленных предприятий, тепловых электростанций, животноводческих комплексов, так как в этих случаях наряду с получением кормового белка одновременно решаются проблемы, связанные с защитой окружающей среды. Так, например, выращивание культуры сценедесмус или хлореллы на стоках животноводческих комплексов в течение 15 сут позволяет почти полностью очистить их от органических веществ, исчезает запах и цвет. При культивировании водорослей на промышленных стоках или стоках тепловых станций используется отводимый с этих объектов избыток теплоты, а также утилизируется углекислота, образуемая как побочный продукт технологических процессов и в результате сжигания различных отходов.

Культиваторы открытого типа для выращивания водорослей имеются во многих странах. Крупнейшая фирма по выращиванию хлореллы «Хлорелла Сан Компани» имеется в Японии. В Болгарии на водах термальных источников культивируют водоросли хлорелла и сценедесмус, причем болгарским ученым удалось получить штаммы хлореллы без целлюлозной оболочки, вследствие чего биомасса таких клеток хорошо переваривается в организме животных. В значительном количестве белковые концентраты из водоросли спирулины производятся в странах центральной Африки и Мексике, где имеются щелочные озера. Крупнейшим производителем различной продукции из биомассы и белков спирулины является

фирма «Соса Текскоко» (Мексика). В Италии разрабатывается технология выращивания клеток спирулины на морской воде и в культиваторах закрытого типа.

В связи с тем, что биомасса водорослей рода *Spirulina* легко переваривается ферментами желудочного сока и характеризуется высоким содержанием белков (до 70 % сухой массы), хорошо сбалансированных по аминокислотному составу, она в ряде стран используется для приготовления продуктов питания, главным образом кондитерских изделий, обогащенных белком.

Учитывая важное значение вводимых в промышленную культуру водорослей как дополнительного источника полноценного белка для кормления сельскохозяйственных животных и питания людей, учеными разных направлений — селекционерами, генетиками, биохимиками — проводятся исследования по улучшению существующих промышленных штаммов одноклеточных водорослей и получению новых генотипов, которые должны сочетать в себе высокую интенсивность фотосинтеза, холодоустойчивость, хорошую переваримость, способность синтезировать большое количество белка лучшего качества (повышенное содержание незаменимых аминокислот) и полнее утилизировать субстрат. Важная роль в реализации таких исследований отводится методам генетической инженерии.

Белки микроскопических грибов. Ценным источником хорошо сбалансированных по аминокислотному составу белков являются клетки мицелия многих микроскопических грибов. По своим питательным свойствам белки грибов приближаются к белкам сои и мяса, вследствие чего могут использоваться не только для приготовления кормовых концентратов, но и как добавка в пищу человека. Сырьем для промышленного выращивания микроскопических грибов обычно служат растительные отходы, содержащие клетчатку, гемицеллюлозы, лигнин. При этом одновременно решаются две важные задачи – получение белковой массы и утилизация отходов растениеводства, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, которые могут быть источниками загрязнения окружающей среды.

Особенно важно найти активные штаммы микроорганизмов, способные утилизировать углерод лигнина, обладающего высокой устойчивостью к разложению микрофлорой. В природе лигнин разлагается лишь грибами коричневой и белой гнили из родов *Stropharia, Pleurotus, Abortiporus, Coriolus, Stereum* и др. В настоящее время в процессе исследований отобраны атоксичные быстрорастущие штаммы мезо- и термофильных грибов для промышленного культивирования из родов *Penicillium, Aspergillus, Fusarium, Trichoderma*. Клетки мицелия этих грибов имеют тонкую клеточную оболочку, вследствие чего очень хорошо перевариваются в желудочно-кишечном тракте животных. Они содержат в своем составе комплекс ароматических веществ, улучшающих их вкусовые качества, богаты витаминами и легкоусвояемыми липидами. По сравнению с дрожжевыми белки микроскопических грибов отличаются повышенным содержанием серосодержащих аминокислот и лучшей усвояемостью. Концентрация нуклеиновых кислот в грибном мицелии (1–4 % от сухой массы) почти такая же, как в тканях растительного организма. Вместе с тем в биомассе грибов значительно меньше, чем в дрожжах, синтезируется белков (20–60 % от сухой массы) и у них относительно медленней происходит рост

биомассы (удвоение биомассы через 4–16 ч, тогда как у дрожжей через 2–3 ч).

Низшие мицелиальные грибы, культивируемые на целлюлозо- и лигнинсодержащих растительных отходах, вследствие их способности синтезировать комплекс гидролитических ферментов разлагают целлюлозу и лигнин до простых веществ, из которых образуются аминокислоты и белки. В целях ускорения роста грибов проводится предварительная обработка растительного сырья, повышающая доступность его компонентов для утилизации микроорганизмами. Чаще всего применяют кислотно-щелочной способ обработки целлюлозо- и лигнинсодержащих отходов, отпаривание под давлением, обработку аммиаком и каустической содой. После такой обработки происходит полное или частичное разложение трудногидролизуемых полисахаридов и лигнина, что обеспечивает ускоренный рост грибной массы и сокращает сроки промышленного культивирования грибов (до 7-8 сут).

В зависимости от способа подготовки растительного сырья для культивирования микроскопических грибов применяют и соответствующие технологии их выращивания. Для культивирования грибов на твердой питательной среде разработан метод твердофазной ферментации, который включает измельчение и обработку растительного сырья парами воды и аммиака, обогащение этого сырья минеральными веществами, посев и выращивание мицелия грибов в заданном режиме аэрации и поддержания оптимальной температуры. Однако при такой технологии культивирования грибов коэффициент использования растительного сырья невысокий, что предопределяет и сравнительно невысокий уровень содержания белка в выращиваемой грибной массе (20–30 % от сухой массы). Так, прямое культивирование низших мицелиальных грибов на соломе и других отходах растениеводства обеспечивает включение углерода из этих источников в органическое вещество грибного мицелия на 17–25 %.

Более высокий коэффициент использования сырья обычно достигается при выращивании грибов на гидролизатах растительных отходов и жидких отходах деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, для этих целей применяют метод глубинного культивирования, как и при выращивании кормовых дрожжей. Содержание белков в грибной массе, выращенной на жидкой питательной среде, может достигать 50–60 % от сухой массы. В целях более полного использования также практикуется совместное культивирование грибов и бактерий. Наряду с использованием растительных отходов разработаны технологии по переработке в грибной белок торфа, навоза, экскриментов животных.

Хорошая перевариваемость грибной белковой массы в организме животных, а также низкий уровень содержания нуклеиновых кислот позволяют использовать ее в качестве кормовой добавки в значительно большей концентрации, чем кормовые дрожжи. Обычно при кормлении молодняка животных допускается введение в кормовые рационы грибного белка в пределах 15–20 % от белка корма, а при кормлении взрослых животных возможна замена в корме 50 % растительного белка на грибной.

Кормовые белковые концентраты из растений. В поисках источников полноценного кормового и пищевого белка ученые уже давно обратили внимание,

что дикие травоядные животные, для которых единственным источником белка являются пастбищные травянистые растения, нормально развиваются и не имеют каких-либо отклонений в обмене веществ, связанных с недостатком незаменимых аминокислот. Все это свидетельствует о том, что белки вегетативной массы трав и других растений имеют хорошо сбалансированный аминокислотный состав. Они различаются в основном по интенсивности синтеза белков, тогда как аминокислотный состав их белков довольно близок по содержанию всех аминокислот белки трав не уступают или значительно превышают эталон ФАО, и только лишь некоторый дефицит отмечается по количеству метионина.

Опыты показывают, что из всех травянистых растений наиболее высокую биологическую ценность белков имеют бобовые кормовые травы (80–90 %), несколько ниже биологическая ценность белков у мятликовых трав (75–85 %). Бобовые растения также отличаются более высоким содержанием белков в вегетативной массе (15–25 % от сухой массы), чем мятликовые травы (8–15 %). Особенно много белков содержится в листьях люцерны.

Благоприятный аминокислотный состав белков вегетативной массы трав и способность многих из них к интенсивному синтезу в листьях белковых веществ послужили реальной основой для разработки технологии извлечения из растительной массы белков с целью их использования на кормовые и пищевые нужды. Первые такие опыты относятся к 1773 г. Белки в этих опытах выделяли из растений путем отжатия сока.

Однако позднее было выяснено, что в растительном соке содержится много вредных примесей, таких как фенолы, тяжелые металлы, ингибиторы трипсина (фермент желудочного сока животных и человека), гемолизирующие вещества (свертывающие кровь), нуклеиновые кислоты, алкалоиды, продукты разложения хлорофилла и др. Больше таких веществ — в ядре, хлоропластах, митохондриях и менше – в цитоплазме. Исходя из этого, для использования на кормовые и пищевые цели наиболее пригодны цитоплазматические белки.

В нашей стране промышленное производство белков из растительных соков впервые было организовано в 1942 г., выпускался белковый концентрат, содержащий в значительном количестве провитамин А-каротин, он использовался для лечения раненых. К началу 1960-х годов были разработаны технологии получения растительного белка для пищевых целей и использования в животноводстве.

Небольшие промышленные установки для получения кормовых белковых концентратов из вегетативной массы растений могут размещаться на территории любого хозяйства, имеющего собственный кормоцех. Технология приготовления белковых концентратов включает измельчение растительной массы, отжим сока, коагуляцию сока, разделение коагулята на зеленую творогообразную массу и коричневый сок, консервирование белково-витаминной пасты. Технологическая схема работы одной из таких установок показана на рис. 6.3.

Таким образом, в результате переработки растительной массы могут быть получены три вида кормов: белковый коагулят, из которого получают белково-витаминную пасту; ферментированный сок, образующийся после отделения белкового коагулята; остатки растительного материала после отжатия сока в виде

жома.

*Белковый коагулят***,** содержащий 15–22 % белков на сухую массу, обычно скармливают животным в зимний период. При пониженной температуре он может храниться без добавления консервантов в течение месяца. При скармливании жвачным животным белково-витаминной пасты ее белок может составлять до 50 % от белка кормового рациона.

Ферментированный коричневый сок содержит 7–12 % сухого вещества, 1–3 % белков, 1 – 1,5 % органических кислот, 4 –5 % безазотистых экстрактивных веществ (сумма легкоусвояемых углеводов), 1–2 % зольных веществ, 40–50 мг% каротина. Он используется для добавления в корм сельскохозяйственным животным (свиньям, например, 1,5 л на голову в сутки). Кроме того, коричневый сок можно перерабатывать в кормовые дрожжи.

Жом также может быть использован для кормления животных, в его сухом веществе содержится 12–17 % белков, 3–4 % сырого жира, 8–9 % зольных веществ, 35 % сырой клетчатки.

Обычно для получения белково-витаминной пасты используют листья люцерны, клевера, сахарной свеклы. Белковую массу из листьев сахарной свеклы при соответствующей очистке можно также перерабатывать в пищевой белок.

Производство незаменимых аминокислот и кормовых витаминов.

Получение кормовых белковых концентратов с повышенным содержанием незаменимых аминокислот позволяет балансировать корма сельскохозяйственных животных главным образом по уровню белка, тогда как оптимальный аминокислотный состав кормового белка при таком способе балансирования полностью не достигается.

По некоторым аминокислотам почти всегда требуется для доведения их концентрации в кормовом рационе до оптимума добавление препаратов чистых аминокислот, полученных промышленным способом. В мире ежегодно производится не менее 300 тыс. т кормовых препаратов незаменимых аминокислот. Расширяется их производство и в нашей стране.

Возможны три способа промышленного получения незаменимых аминокислот: гидролиз белков растительного и микробного происхождения, микробиологический, а также химический синтез. Более 60 % всех производимых промышленностью чистых препаратов аминокислот получают путем микробиологического синтеза. На втором месте по объему производства находится химический синтез. Основным недостатком химического синтеза является получение смеси аминокислот, состоящей из изомеров, относящихся как к D-, так и к L-ряду, тогда как биологической активностью в организме человека и животных обладают лишь L-формы. D-Формы аминокислот не перевариваются ферментными системами этих организмов, а некоторые из них токсичны для человека и животных. Исключением в этом отношении является аминокислота метионин, у которой биологически активны как D-, так и L-формы, в связи с чем данная аминокислота производится преимущественно методом химического синтеза. Технологически получение

аминокислот за счет гидролиза белков экономически менее выгодно, поэтому не получило широкого распространения.

Путем микробиологического синтеза образуются L-аминокислоты, являющиеся продуктами жизнедеятельности специально подобранных и отселектированных штаммов микроорганизмов, которые способны накапливать в культуральной жидкости до 150 г/л синтезируемой аминокислоты. Чаще всего для микробиологического синтеза аминокислот используются ауксотрофные мутантные штаммы, которые получают методами обычной селекции или генной инженерии. С помощью мутагенных факторов у таких ауксотрофных штаммов индуцируется мутация, в результате которой прекращается или ингибируется синтез одного из продуктов, оказывающих регуляторное воздействие на ферментные системы, катализирующие образование данной аминокислоты, в результате чего концентрация этой аминокислоты в клетках мутанта и в культуральной жидкости повышается.

На основе культивирования микроорганизмов с целью получения читсых препаратов аминокислот применяются промышленные технологии, включающие одно- и двухступенчатый синтез аминокислот. При одноступенчатом синтезе в промышленных культиваторах выращивают ауксотрофные мутанты, являющиеся сверхпродуцентами тех или иных аминокислот. После завершения рабочего цикла их выращивания производится отделение культуральной жидкости от клеток микроорганизмов, сгущение культуральной жидкости и получение из нее товарного продукта с высокой концентрацией синтезированной микробами аминокислотыю в процессе двухступенчатого синтеза аминокислоты вначале получают ее предшественника (часто наиболее дешевым химическим синтезом), а затем с помощью ферментов, вырабатывыаемых микроорганизмами, производится превращение предшественника в аминокислоту, при этом образуется только L-форма. В качестве источника фермента могут быть использованы либо суспензия клеток микроорганизмов, либо полученный после разрушения этих клеток ферментный раствор.

Микробиологический синтез лизина. Процесс синтеза всех указанных аминокислот (лизина, треонина, метионина и изолейцина) начинается фосфорилированием аспарагиновой кислоты с участием фермента аспартаткиназы, активность которого ингибируется совместным действием двух аминокислот — лизина и треонина, если они накапливаются в клетках бактерий в избыточной концентрации. Если каким-либо путем понизить концентрацию одной из этих аминокислот, то синтез другой будет осуществляться даже при условии, когда она накапливается в довольно высокой концентрации.

В соответствии со схемой превращения аминокислот для снятия регуляции синтеза лизина необходимо прекратить образование треонина на стадии превращения полуальдегида аспарагиновой кислоты в гомосерин, катализируемого ферментом гомосериндегидрогеназой. Последнее достигается посредством мутагенеза. Опыты показывают, что мутантные клетки, не образующие гомосериндегидрогеназы, при их культивировании на искусственной питательной среде обеспечивают высокий выход лизина. Дефицитные аминокислоты, которые не синтезируются мутантными клетками (гомосерин, треонин, метионин), вводятся в

состав питательной среды в таком количестве, чтобы они не были регуляторами синтеза лизина.

В процессе приготовления питательной среды для культивирования производственных штаммов ауксотрофных мутантов, обладающих способностью к сверхсинтезу аминокислоты лизина, в качестве источника углерода обычно используют смеси, включающие уксусную кислоту и свекловичную мелассу, в качестве источника азота — соли аммония, мочевину, кукурузный экстракт, гидролизаты дрожжей. Кроме дефицитных аминокислот, которые не синтезируются клетками мутантов, в питательную среду также добавляют необходимые для жизнедеятельности микроорганизмов макро- и микроэлементы (P, Mg, Fe, Ca, Мп и др.) и витамины (витамины группы В, биотин и др.). В процессе культивирования микроорганизмов обепечивается подача стерильного воздуха при помощи специальных турбинных мешалок, для предотвращения вспенивания субстрата и клеточной суспензии в среду культивирования добавляется пеногаситель.

Посевной материал, предназначенный для производственной ферментации, вначале выращивают в посевных аппаратах при 28—32 °С, pH 7–7,2 в течение 18–24 ч, а затем полученная суспензия клеток подается в производственные ферментеры емкостью 50— 100 $м^3$, в которых поддерживается постоянный режим аэрации, необходимое давление, осуществляется контроль за всеми компонентами и параметрами среды. Время ферментации 55–72 ч. Накопление в культуральной жидкости лизина начинается после 25–30 ч выращивания промышленной культуры и к концу ферментации достигает 40–50 г/л. Культуральную жидкость отделяют от культуры клеток продуцента фильтрованием и используют для получения препаратов лизина.

На основе промышленной культуры синтезирующих лизин бактерий организовано производство нескольких видов товарной продукции: жидкий концентрат лизина (ЖКЛ), сухой кормовой концентрат лизина (KKJ1), высококонцентрированные кормовые и высокоочищенные кристаллические препараты для пищевой и медицинской промышленности.

Жидкий концентрат лизина получают путем упаривания культуральной жидкости на вакуумной установке до концентрации сухого вещества 40 %. Для предотвращения деградации лизина в процессе нагревания в культуральную жидкость добавляют бисульфит натрия и соляную кислоту до pH 4,5—5,0, в результате чего образуется соль — монохлоргидрат лизина.

В процессе получения сухого кормового концентрата лизина ЖКЛ высушивают горячим воздухом на распылительной сушилке при температуре 90 °С до влажности препарата 4—8 %. Высушенный таким образом препарат содержит 15—20 % монохлоргидрата лизина, 15—17 % белков, 14 % других аминокислот, витамины группы В, минеральные вещества. В целях снижения гигроскопичности препарата в него добавляют наполнители: костную муку, негашеную известь, бентонит, пшеничные отруби. Чаще всего в качестве наполнителя используют отруби, которые добавляются в ЖКЛ после упаривания. Полученную в результате тщательного перемешивания пасту высушивают на вальцово-ленточной сушилке и гранулируют. Гранулированный препарат ККЛ негигроскопичен, содержит 7—10 % лизина.

Для получения очищенного высококонцентрированного препарата лизина

культуральную жидкость после фильтрования подкисляют соляной кислотой до pH 1,6—2,0. Образовавшийся в результате взаимодействия с соляной кислотой раствор монохлоргидрата лизина направляется на колонки с катионитом, где происходит сорбция аминокислоты и отделение ее от культуральной жидкости. Затем прогодится десорбция аминокислоты путем элюирования 0,5—5 %-м раствором аммиака. Элюат упаривается под вакуумом при 60 °С до концентрации сухого вещества 30—50 %, после чего подкисленный соляной кислотой раствор монохлоргидрата высушивается и используется как кормовой концентрат. Путем перекристаллизации полученной соли можно получить препараты лизина с содержанием монохлоргидрата 97—98 %.

В процессе производства лизина кроме основного продукта полезное применение находят также побочные продукты и отходы. Так, после отделения культуральной жидкости в осадке остаются клетки бактерий-продуцентов, фосфаты и другие компоненты питательной среды, которые после их высушивания могут быть использованы в качестве кормовой белковой добавки. С другой стороны, технологические стоки и промывные воды после выделения монохлоргидрата лизина, содержащие в растворенном состоянии аминокислоты, другие ценные компоненты культуральной жидкости, остаточный лизин, объединяют и полученную смесь упаривают, а затем высушивают с наполнителем до влажности 10 %, в результате получают кормовой препарат с высоким содержанием белков (до 40 %) и незаменимых аминокислот.

В ряде стран (Япония, США) для получения лизина применяется химико-энзиматический метод, позволяющий создать высокоэффективные технологии, сочетающие достоинства химического и микробиологического синтеза.

В результате химического синтеза образуется рацемическая смесь D- и L-капролактама. Эта смесь направляется в реактор с ферментом гидролазой а-амино-е-капролактама, который катализирует превращение L-капролактама в L-лизин. D-Изомер капролактама далее подвергается превращению в L-форму с участием специфической рацемазы. При такой технологии получения лизина его содержание в реакционной смеси по завершении рабочего цикла достигает свыше 150 г/л.

Продуцентами гидролазы а-амино-е-капролактама служат некоторые штаммы дрожжей из родов *Cryptococcus, Candida, Trichosporon.* Дрожжи выращиваются в щелочной среде на оптимизированной для синтеза фермента питательной среде, содержащей активаторы Mn^{2+}, Mg Zn^{2+}. Для ферментативной реакции превращения капролактама в лизин может использоваться клеточная суспензия дрожжевых клеток с активным ферментом, клеточный экстракт (после разрушения и отделения клеток) или очищенный фермент. Рацемазу, катализирующую превращение D-капролактама в L-изомер, получают из бактерий *Achromobacter, Flavobacterium* и др.

Процессы изомеризации D-капролактама в L-изомер и превращение L-капролактама в лизин можно проводить одновременно. Для этого в водный раствор D-, L-капролактама вводится необходимое количество дрожжевых и бактериальных клеток, задаются оптимальные режимы температуры, pH, аэрации. На выходе из реактора образуется преимущественно один продукт — L-лизин, который выделяют из смеси и далее очищают и сушат. Кроме изложенной выше технологии получения чистых препаратов лизина разрабатываются и другие методы, сочетающие в себе

использование химического синтеза для получения предшественников лизина и энзиматическое превращение их в лизин на конечной стадии производства, что позволяет значительно интенсифицировать производственный процесс и снизить себестоимость продукции.

Микробиологический синтез триптофана. Наряду с лизином разработаны промышленные технологии получения кормовых и высокоочищенных препаратов другой незаменимой аминокислоты — триптофана. Для производства этой аминокислоты применяется как одноступенчатый синтез при помощи бактериальных ауксотрофных мутантов с нарушенной регуляцией, так и двухступенчатый синтез, включающий вначале получение предшественника триптофана, а затем его ферментативное превращение в конечный продукт — триптофан.

У бактерий и многих других организмов аминокислота триптофан образуется из эритрозо-4-фосфата и фосфоенолпировиноградной кислоты через ряд последовательных реакций, включающих образование шикимовой и хоризмовой кислот, а непосредственным предшественником триптофана в процессе его синтеза является антраниловая кислота.

Синтез указанных в схеме аминокислот ингибируется конечными продуктами, которые действуют на ферменты, катализирующие нчальные этапы превращений, связанные с образованием хоризмовой кислоты. Из схемы 2 видно, что для смещения метаболических реакций по пути преимущественного образования триптофана необходимо блокировать превращение хоризмовой кислоты в префеновую. Такое блокирование достигается действием мутагенных факторов. У мутантов с пониженной активностью ферментов, катализирующих превращение хоризмовой кислоты в префеновую, наблюдается повышенный синтез аминокислоты триптофана, однако для нормального развития этих мутантов в питательную среду необходимо добавлять дефицитные аминокислоты — фенилаланин и тирозин в количествах, не вызывающих регуляторное ингибирование ферментов синтеза триптофана.

Для промышленного получения незаменимой аминокислоты триптофана разработаны технологии на основе использования ауксотрофных мутантов бактерии *Bacillus subtilis* с нарушенным синтезом фенилаланина и тирозина. Все технологические процессы организованы примерно по такой же схеме, как и получение лизина при помощи мутантов коринебактерий. Ферментация длится 48 ч при 37 °С, концентрация триптофана в культуральной жидкости достигает 10 г/л. После отделения культуральной жидкости от клеток бактерий она упаривается и высушивается при 110–120 °С. Высушенный продукт называют кормовым концентратом триптофана (ККТ).

При получении высококонцентрированных препаратов триптофана культуральную жидкость подвергают дополнительной очистке. Вначале ее подкисляют соляной кислотой до pH 1,0, затем центрифугированием отделяют образовавшийся осадок. Далее центрифуга содержащий триптофан, пропускают через ионно-обменные с катионитом, в результате чего происходит связывание аминокислоты катионитом и выделение ее из культуральной жидкости. После

промывки колонок производится десорбция триптофан 5 %-м раствором аммиака в смеси изопропанола и воды. Элюат направляется в вакуумный выпариватель, после чего проводится кристаллизация аминокислоты при 4—8 °С. Выделенная в кристаллическом виде соль триптофана промывается этанолом и высушиваете под вакуумом при 60 °С. Высушенный кристаллический препарате^ держит не менее 99 % триптофана в виде хлорида. Осадок после отделения культуральной жидкости, содержащий клетки культуры бактерий, также высушивают и используют как высокобелковую кормовую добавку, содержащую, кроме того, повышенное количеству триптофана.

В нашей стране синтез триптофана производится по двухступенчатой схеме. Вначале методом химического синтеза получают предшественник триптофана — антраниловую кислоту, которую затем d участием ферментов микробного происхождения превращают в триптофан. Биохимическое превращение антраниловой кислоты в^ триптофан проходит в три этапа:

На первом этапе из антраниловой кислоты с участием фосфори-бозилпирофосфата (ФРПФ) образуется аминогликозид-1М-(5'-фосфорибозил)-антраниловая кислота, которая далее в результате внутримолекулярной перегруппировки и декарбоксилирования превращается в индол-3-глицерофосфат. На последнем этапе под действием фермента триптофансинтетазы из индолглицерофосфата и аминокислоты серина осуществляется синтез триптофана. В связи с тем что в качестве активной группы у фермента триптофансинтетазы служит пиридоксальфосфат, от наличия в среде этого кофермента зависит скорость превращения антраниловой кислоты в триптофан. В качестве источника ферментов для указанных реакций используют дрожжи *C. utilis*.

Производственный процесс биохимического превращения антраниловой кислоты в триптофан проводится в две стадии. На первой стадии наращивается биомасса дрожжей, являющихся продуцентами ферментов. Питательная среда для выращивания дрожжей готовится из свекловичной мелассы, мочевины и минеральных солей. Ферментация продолжается в течение 24 ч при 30 °С. Далее в ферментер начинают вводить спиртовой 5 %-й раствор антраниловой кислоты и 50 %-й раствор мочевины. Через 3—4 ч после добавления антраниловой кислоты в ферментер дополнительно подается углеродный субстрат — меласса в виде 25 %-го раствора. На последующих этапах ферментации периодически производится подача антраниловой кислоты и мочевины через каждые 6 ч и раствора мелассы — через каждые 12 ч. Длительность ферментации около 120 ч, а с учетом времени наращивания биомассы дрожжей — 144 ч. Содержание триптофана в культуральной среде составляет 0,3—0,5 %, или примерно 6 г/л. После упаривания и сушки получают кормовой концентрат триптофана (ККТ), содержащий 90 % сухого вещества, 48—54 % белков, 1—3 % триптофана, 1,5-4,9 мг% витамина B_2 2,5—3,3 мг% витамина B_2, 62—68 мг% витамина Р.

Производство кормовых витаминных препаратов.

Важным фактором повышения питательной ценности кормов сельскохозяйственных животных является наличие в них витаминов —

биологически активных веществ разного химического строения, необходимых для поддержания жизнедеятельности организмов. Биологическая активность витаминов определяется тем, что они в качестве активных группировок входят в состав каталитических центров ферментов. Поэтому при недостатке этих веществ понижается активность соответствующих ферментов и, как следствие, ослабляются или полностью прекращаются биохимические процессы, происходящие с участием данных ферментов. Последнее является причиной ряда серьезных заболеваний, вызванных недостатком витаминов.

Как установлено, организмы человека и животных не способны синтезу витаминов, тогда как растения при нормальных условиях развития полностью обеспечивают себя необходимыми витаминам (за исключением витамина В12). Микроорганизмы также синтезируют большинство необходимых им витаминов. Исходя из этого видно, что продукты растительного и микробного происхождения представляют собой незаменимые источники витаминов как для животных, так и для человека.

Удовлетворение потребности этих организмов в витаминах осуществляется двумя путями — поступление с пищей и синтез микрофлорой желудочно-кишечного тракта. Для организмов с однокамерным желудком, имеющим значительно меньше микрофлоры, главный путь обеспечения витаминами — потребление с пищей или непосредственно витаминов, или их метаболических предшественников провитаминов, которые в организме человека и животных превращаются в витамины. В то же время жвачные животные, имеющие в пре желудках обильную микрофлору, способную к синтезу витаминов, значительной степени удовлетворяют свою потребность во многих витаминах за счет переваривания клеток отмерших микроорганизмов.

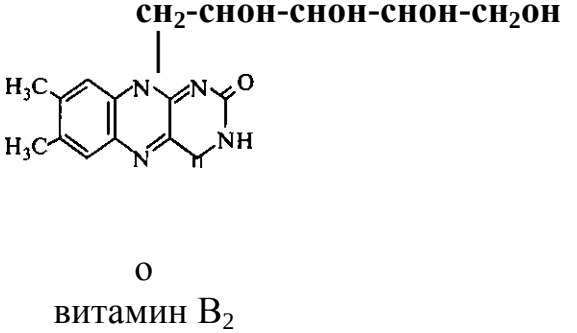
Как установлено, организмы человека и животных не способны синтезу витаминов, тогда как растения при нормальных условиях развития полностью обеспечивают себя необходимыми витаминам (за исключением витамина В12). Микроорганизмы также синтезируют большинство необходимых им витаминов. Исходя из этого видно, что продукты растительного и микробного происхождения представляют собой незаменимые источники витаминов как для животных, так и для человека.

Удовлетворение потребности этих организмов в витаминах осуществляется двумя путями — поступление с пищей и синтез микрофлорой желудочно-кишечного тракта. Для организмов с однокамерным желудком, имеющим значительно меньше микрофлоры, главный путь обеспечения витаминами — потребление с пищей или непосредственно витаминов, или их метаболических предшественников провитаминов, которые в организме человека и животных превращаются в витамины. В то же время жвачные животные, имеющие в пре желудках обильную микрофлору, способную к синтезу витаминов, значительной степени удовлетворяют свою потребность во многих витаминах за счет переваривания клеток отмерших микроорганизмов.

В связи с тем, что основные компоненты кормов сельскохозяйственных животных — продукты растительного происхождения -г имеют не оптимальный

состав и постоянно меняющееся содержание необходимых животным витаминов, при составлении кормовых рационов возникает необходимость добавлять в корма препараты, обогащенные витаминами, которые получают из культур микроорганизм мов. Микробиологическая промышленность нашей страны выпускает два вида кормовых витаминных препаратов — кормовой рибофлавин, содержащий витамин В2, и КМБ-12, имеющий в своем составе витамин В12.

Кормовые препараты витамина В2. Витамин В2 (рибофлавин) по химической природе представляет собой азотистое основание 6,7-диметилизоаллоксазин, соединенное со остатком спирта D-рибита:



о

витамин B_2

Этот витамин входит в состав активных групп окислительно-восстановительных ферментов — флавинмононуклеотида (ФМН) и флавинадениндинуклеотида (ФАД). Поэтому при его недостатке наблюдается ослабление окислительно-восстановительных процессов в организме. По нормам кормления свиньям этого витамина требуется не менее 2—7 мг, лошадям и птице — 2—5 мг на 1 кг сухого корма. Однако в растительной продукции, используемой в кормопроизводстве, витамина В2 содержится недостаточно. Много рибофлавина могут синтезировать микроорганизмы — различные виды бактерий, актиномицеты, дрожжевые клетки, некоторые из них способны накапливать в культуральной среде до 1 мг/мл витамина В2.

В качестве промышленных продуцентов кормового рибофлавина используются отселектированные штаммы дрожжей *Eremothecium ashbyii.* Рибофлавин накапливается в вакуолях дрожжевых клеток и придает культуре характерную желтую окраску. Для производственной ферментации готовятся отдельно жидкая питательная среда и посевной материал культуры дрожжей, выращенный в специальном посевном аппарате.

Питательная среда в необходимых концентрациях включает соевую муку, кукурузный экстракт, мел, гидрол, сахар, K2HPO4, NaCl. Перед подачей в ферментер она подвергается стерилизации. В качестве посевного материала используются споры *E. ashbyii*, выращенные на пшене.

Промытое пшено в течение 30–35 мин выдерживается в молочной сыворотке для набухания, затем оно подсушивается и расфасовывается по 50–60 г в простирилизованные флаконы. В флаконах пшено подвергается трехкратной стерилизации, после чего производится его засев водной суспензией спор культуры дрожжей. Флаконы с засеянной культурой в течение 7—8 дней инкубируют при 29–30 °С, после чего подсушивают в вакуум-сушильной установке и далее направляют

для приготовления жидкого посевного материала, который после стерилизации подается в производственный ферментер.

Культивирование продуцентов кормового рибофлавина проводится при 28–30 °С в течение 72 ч. Через каждые 8 ч ферментации отбираются пробы для контроля за развитием микробных клеток, составом среды и накоплением целевого продукта. Готовая культуральная жидкость по окончании ферментации должна содержать до 5 % сухих веществ и 1,4 мг/мл рибофлавина.

В целях стабилизации витамина в процессе высушивания культуральную жидкость подкисляют соляной кислотой до pH 4,5–5,0, после чего она концентрируется в вакуум-выпарной установке. Полученный концентрат обычно содержит 5,6 мг/мл витамина и 20 % сухих веществ. После выпаривания избытка растворителя концентрат рибофлавина высушивается на распылительной сушилке до влажности 5—10 %, затем смешивается с отрубями или кукурузной мукой и расфасовывается по 20 кг в полиэтиленовые пакеты, которые упаковываются в крафт-мешки. В готовом продукте содержится не менее 1 % витамина. Срок хранения сухого препарата — 1 год.

Кормовые препараты витамина B_{12}. Витамин В12 представлен группой биологически активных веществ, содержащих в своем составе трехвалентный кобальт, аминные и цианистые группировки, которые могут быть замещены другими радикалами — OH, Cl, Br. Этот витамин стимулирует образование крови в костном мозге, улучшает усвоение белков, участвует в синтезе аминокислот и азотистых оснований. Витамин В12 не содержится в продуктах растительного происхождения и его единственным источником для сельскохозяйственных животных являются микроорганизмы.

Для промышленного получения кормовых препаратов витамина B_{12} выращивается специально подобранный биоценоз микроорганизмов, осуществляющих термофильное метановое брожение, в который входят целлюлозоразлагающие, аммонифицирующие, углеводсбраживающие, сульфитвосстанавливающие и метанообразующие бактерии. На первом этапе ферментации этих микроорганизмов (в течение 10—12 дней) наблюдается бурное развитие термофильных аммонифицирующих и углеводсбраживающих бактерий, которое происходит в слабокислой среде (pH 5,0—7,0). Другие группы бактерий данного биоценоза достигают интенсивного развития при переходе брожения в щелочную фазу (pH 7,0—8,5). Преобладающими в этот период являются метанообразующие бактерии, которые синтезируют в 4—5 раз больше витамина B_{12}, чем другие микроорганизмы биоценоза. Главные субстраты для развития метанообразующих бактерий — жирные кислоты и низшие спирты, поэтому их добавление в питательную среду значительно увеличивает выход витамина.

Для приготовления питательной среды обычно используется барда ацетоно-бутилового производства, которая декантацией очищается от твердых примесей, в нее добавляется хлорид кобальта (4 г/м^3) и 0,5 % метанола.

В процессе промышленного культивирования бактерий вначале производится выращивание посевного материала (15–20 дней) в аппаратах емкостью 250 м^3, затем посевной материал подается в железобетонные ферментеры емкостью 4200 м^3, в

которых происходит метановое брожение. Свежая барда подается в нижнюю часть ферментера в количестве 25–30 % от его объема за сутки. Отбор метановой бражки, содержащей витамин В12, производится в верхней части ферментера. В течение рабочего цикла в ферментере строго контролируется pH среды, концентрация летучих жирных кислот, содержание аммонийного азота, поддерживается оптимальная температура (55– 57 °С). В результате брожения образуется газовая смесь, состоящая главным образом из метана (65 %) и диоксида углерода (30 %), которая может быть использована как источник теплоты при сжигании.

Готовая культуральная жидкость, образующаяся как продукт ферментации, обычно содержит 2–2,5 % сухих веществ и 1,1–1,7 мг/л витамина B_{12}. Для предотвращения разрушения витамина в процессе сушки культуральную жидкость подкисляют соляной или фосфорной кислотой до pH 6,3–6,5 и добавляют 0,2–0,25 % сульфита натрия.

Подготовленная таким образом культуральная жидкость дегазируется, упаривается на вакуум-выпарной установке, полученный концентрат затем высушивается в распылительной сушилке до влажности 5—10 %. В целях улучшения физических свойств сухой продукт смешивается с отрубями или кукурузной мукой, расфасовывается по 25—30 кг в полиэтиленовые пакеты и упаковывается в крафт-мешки. Содержание витамина В12 в готовом кормовом препарате составляет 2,5 мг%, срок хранения сухого препарата — 1 год. Препарат имеет коммерческое название – КМБ-12 (концентратмикробный витамин). Кроме витамина B_{12} КМБ-12 содержит также другие витамины группы В, незаменимые аминокислоты.

Кормовые липиды и ферментные препараты. Кроме белков, углеводов и витаминов неотъемлемым компонентом кормов сельскохозяйственных животных являются липиды, содержащие полиненасыщенные жирные кислоты — линолевую, линоленовую, арахидоновую, которые не могут синтезироваться в организме животных и, следовательно, должны поступать с пищей. Полиненасыщенные жирные кислоты, называемые незаменимыми, участвуют в построении клеточных мембран, входя в состав структурных липидов. При недостатке незаменимых жирных кислот снижается интенсивность роста сельскохозяйственных животных, угнетается их репродуктивная функция, понижается сопротивляемость организма инфекции.

Основной источник незаменимых жирных кислот для сельскохозяйственных животных — различные растительные продукты, входящие в состав кормов. Однако очень часто в растительных кормах содержится мало липидов или они имеют неблагоприятный состав жирных кислот, что ухудшает питательную ценность кормов. В целях балансирования кормовых рационов сельскохозяйственных животных по содержанию незаменимых жирных кислот осуществляется поиск новых источников биологически полноценных липидов, которые можно было бы использовать в качестве высококонцентрированных кормовых добавок. Опыты показывают, что наиболее перспективными промышленными продуцентами липидов, близкими по составу к растительным жирам и пригодными для

использования в кормовых целях, являются дрожжи и микроскопические грибы, которые чаще всего накапливают внутриклеточные липиды, однако известны виды, способные выделять липиды в культуральную жидкость. В клетках этих микроорганизмов обычно содержится от 25 до 70 % липидов в расчете на сухую массу, которые на 40—90 % представлены триацилглицеринами и на 5—50 % — фосфолипидами. В них также содержится много стероидных веществ (до 1 — 1,5 % на сухую массу), представленных главным образом эргостерином, из которого в организме животных образуется витамин D2.

Липидные компоненты дрожжей и микроскопических грибов имеют довольно благоприятный состав жирных кислот, в них много содержится олеиновой (20—50 % от общего количества жирных кислот), линолевой (до 50 %), линоленовой (до 17—19 %) кислот и мало трудноусвояемых организмом животных кислот (окси-кислот, кислот с нечетным числом углеродных атомов или разветвленной цепью). Много липидов (50—60 % от сухой массы) способны накапливать некоторые штаммы дрожжей *Rhodotorula, Lipomyces, Cryptococcus*. Клетки дрожжей рода *Candida* синтезируют меньше липидов (20—40 %), однако отличаются высокой скоростью роста и способностью хорошо утилизировать разнообразные источники сырья. Микроскопические грибы могут синтезировать до 40—50 % высокоценных липидов, сходных по составу жирных кислот с растительными маслами.

Из-за образования в клетках микроорганизмов активных комплексов гидролитических ферментов они способны утилизировать в качестве источников углерода различные субстраты — гидролизаты растительных отходов, послеспиртовую барду, молочную сыворотку, мелассу, отходы зерноперерабатывающей промышленности, углеводороды нефти, низкомолекулярные спирты (метанол, этанол). В качестве источника азота в питательную среду добавляют дрожжевой или кукурузный экстракт, соли аммония, мочевину, но при этом строго контролируют соотношение углерода и азота, так как при избытке азота снижается образование липидов в клетках микроорганизмов (оптимальное соотношение C : N = 320—400).

Кроме источников углерода и азота в питательную среду также добавляют P, K, Mg, Zn, Fe, Mn, витамины группы B, токоферол. В процессе выращивания на питательной среде вначале наблюдается интенсивный рост микроорганизмов и сравнительно небольшое накопление липидов. Усиленный синтез липидов отмечается в начале стационарной фазы развития микроорганизмов.

При выращивании продуцентов кормовых липидов поддерживается температура 20—30 °C, так как при более высокой температуре снижается выход липидов, а в липидах уменьшается доля полиненасыщенных жирных кислот. В процессе ферментации требуется поддерживать режим интенсивной аэрации, так как для окисления углеродных субстратов необходим кислород. Кислород также необходим для синтеза ненасыщенных жирных кислот, поэтому улучшение аэрации стимулирует увеличение выхода незаменимых жирных кислот.

По окончании ферментации микробная масса отделяется от остатков субстрата и высушивается примерно по такой же технологии, как кормовые дрожжи. Для улучшения физических свойств к высушенному продукту добавляют отруби или

кукурузную муку.

Наряду с получением кормовых липидов на основе ферментации микроорганизмов разрабатываются также технологии производства комплексных микробных препаратов, содержащих белки, липиды, каротиноиды и другие ценные питательные вещества, которые позволяют балансировать корма одновременно по нескольким компонентам. Так, например, получен высокий эффект при введении в кормовой рацион птиц белково-липидной биомассы дрожжей *Lipomyces lipoterus*, содержащей 18—20 % белков и 27—29 % липидов, а также биомассы гриба *Blakeslea trispora* с содержанием белков 30 % и липидов 28 %. Следует отметить, что липиды микроорганизмов могут быть использованы не только в кормопроизводстве, но и как заменитель растительных пищевых жиров, используемых на технические нужды (лакокрасочная, химическая промышленность), так как примерно 20 % от производимых в мире растительных жиров расходуется на технические, непищевые цели.

Ферментные препараты.

Одним из важных направлений современной биотехнологии является получение на основе культивирования микроорганизмов и использование в сельском хозяйстве различных ферментных препаратов, которые могут применяться в процессе приготовления кормов для сельскохозяйственных животных как добавки к кормам для улучшения их усвояемости, а также в ветеринарии для профилактики и лечения желудочных и паразитарных заболеваний.

Основной компонент кормов сельскохозяйственных животных — растительная продукция (зерно, силос, грубые корма и др.), содержащая довольно много трудноперевариваемых веществ, — клетчатка, лигнин, гемицеллюлоза. Даже у жвачных животных, содержащих в преджелудке (рубце) активные штаммы целлюлозоразла- гающих микроорганизмов, клетчатка переваривается на 40—65 %. Не полностью перевариваются также растительные белки (60—80 %), липиды (60—70 %), крахмал и полифруктозиды (70—85 %), пектиновые вещества.

Для улучшения перевариваемости и повышения эффективности использования растительных кормов в рационы сельскохозяйственных животных вводят ферментные препараты (0,1–1,5 % от сухой массы корма), полученные из микроорганизмов и содержащие активные комплексы гидролитических ферментов. Препараты микробных ферментов обычно получают из культур бактерий или микроскопических грибов (табл. 6.5). Некоторые виды бактерий (например, *Bac. Subtilis)* выделяют гидролитические ферменты в культуральную среду, поэтому их ферментные препараты производят путем концентрирования и высушивания при определенных условиях (лиофилизацией) культуральной жидкости. Если источником ферментов являются микроскопические грибы *(Aspergillus, Trichoderma, Fusarium*), то ферментный препарат готовят высушиванием поверхностной культуры этих микроорганизмов. Очищенные ферментные препараты получают экстракцией ферментов из клеток микроорганизмов подходящим растворителем и осаждением фермента этанолом.

Каждый ферментный препарат обозначается определенным буквенным и цифровым индексом. Буква «Г» в названии препарата указывает на то, что он получен из культуральной жидкости при глубинном способе выращивания микроорганизмов, тогда как буква «П» свидетельствует о том, что ферментный препарат получен из поверхностной культуры микроскопических грибов. Индекс «2» в названии препарата показывает, что это концентрированный сироп, «3» — сухой ферментный препарат, «10» – очищенный ферментный препарат. Индекс «Пх» обозначает, что ферментный препарат представляет собой высушенную поверхностную культуру грибов.

В рационе крупного рогатого скота значительный удельный вес занимают сочные и грубые корма, богатые клетчаткой, пентозанами, пектиновыми веществами, которые медленно перевариваются микроорганизмами рубца, снижая усвояемость организмом других питательных веществ. Значительное улучшение перевариваемости этих веществ наблюдается при добавлении в корм ферментных препаратов с активным комплексом гидролитических ферментов, таких как пектофоетидин Г3х и целловиридин Г3х (в соотношении 1:1), амилосубтилин Г3х и глюкаваморин Пх. При этом не только повышается общая продуктивность животных, но и существенно снижается расход кормов на создание одной единицы животноводческой продукции (на 8—10 %).

При откорме свиней положительное действие оказывают ферментные препараты с амилолитической и протеолитической активностью — амилосубтилин Г3х, протосубтилин Г3х, амилоризин Пх, глюкаваморин Пх, протезим Г3х.

Особенно важное значение имеет применение ферментных препаратов при кормлении молодняка сельскохозяйственных животных. Так, например, у телят формирование рубца происходит к 2—3-месячному возрасту, вследствие чего наблюдается слабое переваривание грубых и сочных кормов. Поэтому для замены молока растительными кормами и лучшего их использования в рацион телят целесообразно вводить ферментные препараты — пектофоетидин Г3х, амилосубтилин Г3х, протосубтилин Г3х и глюкаваморин Пх, содержащие комплекс амилолитических и протеолитических ферментов.

У поросят-сосунов ферментные системы желудочно-кишечного тракта начинают нормально функционировать лишь в 3—4-месячном возрасте и для улучшения перевариваемости питательных веществ корма им рекомендуется добавлять в корм ферментный препарат протезим Г3х. При кормлении ягнят в целях улучшения перевариваемости белков и углеводов в их кормовые рационы вводят глюкаваморин Пх и амилоризин Пх, в результате чего привесы увеличиваются на 11 — 15%.

Пищеварительные железы птиц не образуют ферменты, катализирующие гидролиз клетчатки и пектиновых веществ, а микрофлора кишечника у них малочисленна, поэтому в их кормовые рационы добавляют ферментные препараты с целлюлолитической, пектолитиче- ской и протеолитической активностью — пектофоетидин Г3х, целловиридин Г3х, амилосубтилин Г3х, глюкаваморин Пх, пектаваморин Пх, протосубтилин Г3х, гликозидазу Г3х, лизоцим Г3х, протезим Г3х. В результате применения указанных препаратов яйценоскость кур повышается на 5 %, привесы бройлеров увеличиваются на 7—15 %, тогда как расход корма на

создание единицы продукции снижается на 4-7 %.

Применение ферментных препаратов также эффективно при кормлении рыб. При добавлении в кормовые рационы рыб протосуб- тилина Г3х, амилосубтилина Г3х, пектаваморина Пх в количестве 0,1—0,15 % значительно улучшается перевариваемость белков и других питательных веществ корма.

Ферментные препараты используются также в кормопроизводстве чаще всего при силосовании бобовых трав, соломы, картофеля и приготовлении соломоконцентратов. Зеленая масса бобовых трав содержит большое количество буферных веществ (белки, аминокислоты, щелочные соли), которые препятствуют понижению pH в процессе молочнокислого брожения, кроме того, в ней имеется недостаточно сахаров, являющихся субстратами молочнокислых бактерий. Если путем добавления ферментов обеспечить частичный гидролиз полисахаридов — клетчатки, крахмала, пектиновых веществ, гемицеллюлоз, то образуется больше сахаров для жизнедеятельности молочнокислых бактерий, в результате в силосируемой массе повышается концентрация молочной кислоты, обеспечивая снижение потерь питательных веществ и улучшение питательных свойств полученного таким путем корма. Хорошую эффективность при силосовании бобовых трав показали следующие ферментные препараты: целловиридин Г3х, пектофоетидин Г3х, пектаваморин Пх, глюкаваморин Пх, целлокандин Г3х, целлолигнорин Пх. При силосовании картофеля рекомендуется применять амилоризин Пх, глюкаваморин Пх, пектаваморин Пх, при этом кормовая ценность получаемой силосной массы повышается на 15—18%.

Ферментные препараты имеют существенное значение в технологиях приготовления кормов из соломы злаковых культур. Солома характеризуется высоким содержанием трудноусвояемых веществ — целлюлозы, ксиланов, лигнина — и низким содержанием белков. В ней почти нет растворимых углеводов, необходимых для развития молочнокислых бактерий. Поэтому при силосовании соломы применяются целлюлозоразлагающие ферментные препараты — целловиридин Г3х, целлолигнорин Пх, целлокандин Г3х, пектаваморин Пх. В результате действия этих препаратов в силосируемой массе повышается концентрация растворимых сахаров, за счет синтеза микроорганизмами увеличивается содержание сырого протеина (на 50 %).

Для получения соломоконцентратов обычно применяется смесь двух ферментных препаратов пектофоетидина Г3х и глюкаваморина Пх, которые обеспечивают гидролиз полисахаридов. Затем на продуктах гидролиза выращивают кормовые дрожжи. Для лучшего роста дрожжей в соломоконцентрат добавляют мелассу, мочевину, кальций монофосфат, хлорид натрия, необходимое количество воды. Получаемый таким способом корм имеет консистенцию силоса, а по питательной ценности приближается к хорошему луговому сену.

Соломоконцентраты могут быть получены в гранулированном виде и в этом случае могут сохранять свои питательные свойства длительное время — до 1 года. Переваримость клетчатки в таком корме повышается до 75—80 %, содержание белков достигает 10—12 % от сухой массы.

Ферментные препараты применяются в процессе получения заменителей

цельного молока для молодняка крупного рогатого скота из кормовых дрожжей, которые подвергаются гидролизу. В результате гидролиза разрушается клеточная оболочка дрожжевых клеток и микробная биомасса переводится в легкоусвояемую форму, повышается содержание растворимых углеводов, незаменимых аминокислот и полиненасыщенных жирных кислот. Для гидролиза кормовых дрожжей обычно используют препараты — пектофоетидин Г3х, дрожжелитин Г3х, лизосубтилин ПОх.

Микробные ферментные препараты широко применяют в ветеринарии для лечения и диагностики многих заболеваний сельскохозяйственных животных и птиц. Например, ферменты, способные разрушать клеточную оболочку и обладающие лизирующим действием, используются в лечении бактериальных и других заболеваний (сальмонеллез и популлороз у птиц, эндометриты у коров и др.). Для этих целей применяются выпускаемые промышленностью ферментные препараты — лизоцим Г3х, гликозидаза Г3х, лизосубтилин ПОх, мальтаваморин ПОх, дрожжелитин Г3х.

В результате того, что амилосубтилин Г3х и протосубтилин Г3х оказывают влияние на редукционную способность бактерий в желудочно-кишечном тракте животных, количество и подвижность инфузорий, переваривание целлюлозы и других трудноусвояемых углеводов, эти препараты используют для профилактики и лечения желудочных заболеваний, в частности алиментарных атоний преджелудков у жвачных животных. Ферменты, содержащиеся в этих препаратах, вызывают также гидролиз оболочек яиц гельминтов.

Наряду с производством ферментных препаратов, выделяемых из микробных клеток, разработаны технологии получения биопрепаратов на основе живых микроорганизмов — симбионтов желудочно-кишечного тракта животных, которые в процессе своей жизнедеятельности синтезируют различные ферменты, витамины, незаменимые аминокислоты, антибиотики, вещества, обладающие гормональным действием, и таким образом активно участвуют в процессах пищеварения и синтеза веществ, не образующихся в клетках животных, защите от микробной инфекции.

Эффективные микробные препараты, широко использующиеся в животноводстве, производятся на основе пропионовокислых (пропиовит) и ацидофильных (пропиацид) бактерий, а также азотобактерий (азотацид).

Пропиовит представляет собой порошок серовато-песчаного цвета, содержащий в 1 г препарата 4–6 млрд бактерий и 80–100 мкг витамина В12» применяется для профилактики и лечения болезней желудочно-кишечного тракта у телят, поросят, цыплят. При его применении нормализуется рост и развитие молодняка сельскохозяйственных животных, повышается их устойчивость к инфекционным заболеваниям.

Пропиацид и *азотацид* — сухие препараты комбинированного действия, способствуют образованию в желудочно-кишечном тракте животных уравновешенных биоценозов, особенно они эффективны против дисбактериозов.

Для борьбы с бактериальными и вирусными желудочно-кишечными заболеваниями применяются бактериальные препараты на основе *Bac. subtilis, licheniformis, mucilaginosis*, которые, вероятно, действуют как источники

биологически активных веществ – ферментов, витаминов, антибиотиков, гормонов.

Важной задачей ученых и специалистов, работающих в области сельскохозяйственной биотехнологии, является создание и внедрение в природные экосистемы желудочно-кишечного тракта животных высокоактивных штаммов микроорганизмов, способных к лучшему перевариванию целлюлозы и других углеводов, растительных белков и липидов, сверхсинтезу незаменимых аминокислот и витаминов. Важное значение имеют исследования по изучению микробных популяций рубца (преджелудка) жвачных животных, в котором подвергается перевариванию 70—85 % всего сухого вещества корма, проходящего через желудочно-кишечный тракт этих животных.

Рубец представляет собой высокоэффективную природную систему непрерывного культивирования анаэробных микроорганизмов — бактерий (*Ruminococus, Bacteroides, Butyrivibrio, Clostridium, Eubacterium* и др.) и простейших (*Diplodinium, Entodinium, Ophryoscolex, Isotricha* и др.).

Слизистая оболочка рубца не образует собственных ферментов, и процесс переваривания пищи полностью происходит с помощью ферментных белков, вырабатываемых микроорганизмами. В результате жизнедеятельности микрофлоры в преджелудках жвачных животных гидролизуются практически все формы сложных углеводов (крахмал, пектиновые вещества, гемицеллюлозы, клетчатка, дисахариды), белки и липиды, подвергаются брожению моносахариды (глюкоза, фруктоза, манноза). Образующиеся в результате гидролиза сложных веществ моносахариды, аминокислоты и жирные кислоты используются животными в качестве источников энергии и в биосинтетических процессах. Сами микроорганизмы после их отмирания также перевариваются в рубце и становятся для животных источниками полноценных белков, незаменимых аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот, витаминов.

Создание высокоактивных штаммов микроорганизмов и сбалансированных экосистем желудочно-кишечного тракта животных проводится как обычными методами генетики и селекции, так и с использованием мутагенеза и клонирования генов. Применение этих методов позволит целенаправленно изменять экосистемы желудоч- но-кишечного тракта животных в нужном направлении, добиваясь улучшения усвояемости корма, усиления синтеза полезных веществ, подавления патогенной микрофлоры.

7. БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АЛЬТЕРНАТИВЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ.

Защита растений от фитопатогенов и возможности генной инженерии.

Биопестициды. Практически одновременно с развитием животноводства и растениеводства возникла проблема защиты культурных растений и домашних животных от вредителей и болезней. Сначала человек использовал примитивные средства истребления и отлова вредных животных, затем для уничтожения стал применять хищных животных (собак, кошек, птиц). Постепенно, с развитием

сельскохозяйственных технологий способы борьбы совершенствовались; появились первые примитивные химические средства уничтожения насекомых и грызунов с использованием отваров, настоев, древесной золы и пр. Бурное развитие химии и переход сельского хозяйства на интенсивные технологии привело к появлению и применению огромного разнообразия химических веществ для борьбы с вредителями и болезнями культивируемых видов. Первоочередное место заняли пестициды ядовитые химические вещества, используемые для борьбы с вредителями, болезнями и сорняками. Однако только небольшая часть (около 10%) применяемых и вносимых в окружающую среду пестицидов достигает цели; основная же масса этих веществ вызывает гибель полезных организмов, аккумулируется в биологических объектах, нарушает равновесие в природных экосистемах и биоценозах, загрязняет почвы, водоемы, воздух. Химические пестициды не обеспечили при этом полную защиту сельскохозяйственных культур; большое число насекомых и сорняков остались неконтролируемыми и продолжают наносить огромный вред сельскому хозяйству. Более того, вредители начинают приобретать резистентность к пестицидам. Появились данные о том, что для уничтожения некоторых вредителей приходится применять сверхвысокие дозы пестицидов, в тысячи раз превосходящие начальные дозы токсикантов впервые годы их применения. В настоящее время в литературе описаны сотни видов членистоногих, резистентных к различным пестицидам (ДДТ, карбаматам, пиретроидам, фосфорорганическим соединениям). Таким образом, применение пестицидов вступило в явное противоречие с глобальной проблемой защиты окружающей среды.

Это вызывает необходимость поиска других, более эффективных средств и методов защиты, не оказывающих отрицательного воздействия на человека и окружающую среду в целом. Большие перспективы среди разрабатываемых подходов имеют биологические методы.

Биологические агенты применяли разрабатываемых подходов имеют биологические методы.

Биологические агенты применяли для уничтожения вредителей с древнейших времен. Например, китайцы использовали фараоновых муравьев для уничтожения вредителей в зернохранилищах. Во времена Аристотеля в период интенсивного одомашнивания пчел и тутового шелкопряда человек сталкивался с массовыми заболеваниями этих насекомых. Этот период можно считать началом зарождения микробиологических методов борьбы с вредителями. Но только в конце XIX века работами Л. Пастера и И.И. Мечникова была заложена научная основа этого направления. Мечникову удалось выделить возбудителя болезни хлебного жука мускаридный гриб (Metarrisium anisopliae), и он рекомендовал использовать данную культура для борьбы с жуком - вредителем злаковых. Пастер предложил применять бактерию возбудитель куриной холеры для борьбы с дикими кроликами; Мечников этого же возбудителя для уничтожения сусликов. С тех пор направление, основанное на использовании микроорганизмов природных патогенов, для борьбы с возбудителями болезней и вредителями культурных биологических видов в природных условиях, непрерывно совершенствуется. Выделено и описано

множество микроорганизмов, патогенных для грызунов и насекомых, и на их основе созданы и продолжают разрабатываться эффективные препараты.

Биопестициды.

Использование микроорганизмов в качестве биопестицидов сравнительно новое направление биотехнологии, но уже имеющее существенные достижения. В настоящее время бактерии, грибы, вирусы находят все бо дее широкое применение в качестве промышленных биопестицидов. Технология производства этих препаратов весьма различна, как различна природа и физиологические особенности микроогранизмов-продуцентов. Однако имеется ряд универсальных требований, предъявляемых к биопестицидам, основными среди них являются: селективность и высокая эффек- тивность действия, безопасность для человека и полезных представителей флоры и фауны, длительная сохранность и удобство применения, хорошая смачиваемость и прилипаемость. В настоящее время для защиты растений и животных от насекомых и грызунов применяются, помимо антибиотиков, около 50 микробных препаратов, относящихся к трем группам: это бактериальные, грибные и вирусные препараты.

Бактериальные препараты. К настоящему времени описано свыше 90 видов бактерий, инфицирующих насекомых. Большая их часть принадлежит к семействам Pseudo- monadaceae, Enterobacteriaceae, Lactobacillaceae, Micrococcaceae, Bacillaceae. Большинство промышленных штаммов принадлежит к роду Bacillus, и основная масса препаратов (свыше 90%) изготовлена на основе Bacillus thuringiensis (Bt), имеющих свыше 22 серотипов. Штаммы Bt используют для борьбы с различными вредителями гусеницами, комарами, мошкой.

Впервые Bt была выделена в 1915 г. Берлинером из больных гусениц мельничной огневки. Штаммы Bacillus thuringiensis, помимо образования спор, которые при попадании внутрь насекомого вызывают септицемию, синтезируют также ряд экзо- и эндотоксинов. Первый токсин, идентифицированный у Bt, а экзотоксин (фосфолипаза С), является продуктом растущих клеток, предполагают, что эффект данного токсина, детальный для насекомых, связан с распадом в тканях незаменимых фосфолипидов. Второй токсин В-экзотоксин, состоящий из аденина, рибозы и фосфора. Предполагают, что его молекула представляет собой нуклеотид, сложно

Предполагают, что его молекула представляет собой нуклеотид, сложно связанный через рибозу и глюкозу с аллослизиевой кислотой, а его токсическое воздействие состоит в прекращении синтеза насекомыми РНК. Третий токсин - γ-экзотоксин. Его структура и действие мало изучены; предполагают, что он относится к фосфолипидам. Четвертый токсин кристаллический б-эндоксин, образуется одновременно со спорой и выделяется в среду. Интактные кристаллы нетоксичны, но при попадании в пищеварительный тракт насекомых под воздействием щелочных протеаз разрушаются с образованием действующего токсина. Кристаллические эндотоксины полипептидной структуры классифицированы в четыре группы: токсины, активные в отношении чешуекрылых (молекулярная масса 130-160 кД);

активные в отношении чешуекрылых и двукрылых (70); активные в отношении к жесткокрылым (72 кД) и активные по отношению к личинкам двукрылых (состоят из нескольких активных белков молекулярной массы от 27 до 130 кД). Специфичность протеаз насекомых различных видов определяет разницу воздействия токсина. Не все насекомые обладают протеазами, способными разрушать данный токсин, чем и определяется его избирательность.

Препараты на основе Bt относятся к токсинам кишечного действия. Типичными последствиями их воздействия являются паралич кишечника, прекращение питания, развитие общего паралича и гибель насекомого. Кристаллы варьируют между различными серотипами и изолятами B и обладают широким спектром активности против различных насекомых.

Бактерии группы Bacillus thuringiensis эффективны в отношении 400 видов насекомых, включая вредителей полей, леса, садов и виноградников; наибольший эффект от применения данных препаратов получают при борьбе с листогрызущими вредителями. Известно более 100 штаммов Bt, объединенных в 30 групп по серологическим и биохимическим признакам. Микробиологическая промышленность многих стран выпускает различные препараты на основе Bt, способных образовывать споры, кристаллы и токсические вещества в процессе роста. Технология получения биопестицидов на основе энтомопатогенных бактерий представляет собой типичный пример периодической гомогенной аэробной глубинной культуры, реализующейся в строго стерильных и контролируемых условиях. Цель процесса получение максимального урожая бактерий и накопление токсина. Основу питательной среды составляет дрожжеполисахаридная смесь и пеногаситель (кашалотовый жир). Длительность ферментации при 28-30°С в режиме перемешивания и аэрации (0,2 л среды мин.) составляет 35-40 часов до накопления в культуральной жидкости 5-10% свободных спор и кристаллов от общего их количества (при титре культуры не менее 1 млрд. спор в 1 мл). Далее споры и кристаллы отделяются в процессе сепарирования и обезвоживаются. Товарная форма препарата сухой порошок, а также стабилизированная паста. Выход пасты при влажности 85% и титре около 20 млрд. спор/г - около 100 г/м³ культуральной жидкости. Стабилизация пасты осуществляется смешиванием ее с карбоксиметилцеллюлозой, обладающей высокой сорбционной емкостью. Споры и кристаллы в результате стабилизации образуют трехмерную сетчатую структуру, в которую равномерно проникает консервант, обеспечивая длительную сохранность препарата. На основе пасты в процессе высушивания в распылительной сушилке получают сухой продукт с остаточной влажностью не выше 10% и с титром 100-150 млрд. спор/г. Препарат усредняется и стабилизируется каолином. Готовый сухой продукт содержит до 30 млрд. спор/г.

Узким местом при производстве энтомопатогенных бактериальных препаратов является борьба с фаголизисом. Есть предположение, что ви- рулентность и фагоустойчивость бактериальных штаммов находятся в обратной зависимости, поэтому невозможно сочетать эти свойства в од- ном штамме. Для избавления от фаголизиса ведется селекция на фагоустойчивость среди производственных штаммов; рекомендована смена культивируемых штаммов, а также строгая

регламентируемость и стерильность на стадии ферментации.

Первый отечественный препарат получен на основе Bac. thuringiensis var. dalleriae - энтобактерин. Препарат выпускается в виде сухого порошка с содержанием спор и кристаллов эндотоксина по 30 млрд./г, пасты с наполнителем, а также жидкости в смеси с прилипателем. Эффективен против чешуекрылых насекомых (капустной белянки, капустной моли, дугового мотылька, пяденицы, шелкопряда, боярышницы и др.). Применяют препарат путем опрыскивания растений суспензией из расчета 1- 3 кг/га для овощных и 3-5 кг/га для садовых культур с использованием споры и кристаллы отделяются в процессе сепарирования и обезвоживаются. Товарная форма препарата сухой порошок, а также стабилизированная паста. Выход пасты при влажности 85% и титре около 20 млрд. спор/г - около 100 г/м³ культуральной жидкости. Стабилизация пасты осуществляется смешиванием ее с карбоксиметилцеллюлозой, обладающей высокой сорбционной емкостью. Споры и кристаллы в результате стабилизации образуют трехмерную сетчатую структуру, в которую равномерно проникает консервант, обеспечивая длительную сохранность препарата. На основе пасты в процессе высушивания в распылительной сушилке получают сухой продукт с остаточной влажностью не выше 10% и с титром 100-150 млрд. спор/г. Препарат усредняется и стабилизируется каолином. Готовый сухой продукт содержит до 30 млрд. спор/г.

Узким местом при производстве энтомопатогенных бактериальных препаратов является борьба с фаголизисом. Есть предположение, что вирулентность и фагоустойчивость бактериальных штаммов находятся в обратной зависимости, поэтому невозможно сочетать эти свойства в одном штамме. Для избавления от фаголизиса ведется селекция на фагоустойчивость среди производственных штаммов; рекомендована смена культивируемых штаммов, а также строгая регламентируемость и стерильность на стадии ферментации.

Первый отечественный препарат получен на основе Bac. thuringiensis var. dalleriae - энтобактерин. Препарат выпускается в виде сухого порошка с содержанием спор и кристаллов эндотоксина по 30 млрд./г, пасты с наполнителем, а также жидкости в смеси с прилипателем. Эффективен против чешуекрылых насекомых (капустной белянки, капустной моли, дугового мотылька, пяденицы, шелкопряда, боярышницы и др.). Применяют препарат путем опрыскивания растений суспензией из расчета 1- 3 кг/га для овощных и 3-5 кг/га для садовых культур с использованием 3 кг/га для овощных и 3-3 ккуга для садовых культур с использованием наземных и авиационных опрыскивателей. Оптимальные условия внешней среды для применения энтобактерина отсутствие осадков и диапазон температур 18-32°С. Препарат кишечного действия, при поедании гусеницами вместе с листовой зеленью после попадания в желудочно-кишечный тракт насекомого вызывает общую интоксикацию и затем полный паралич. Основная масса насекомых гибнет в течение 2-10 дней; при необходимости проводят повторную обработку при сокращении дозы в 2 раза. Применение энтобактерина повышает урожайность овощных культур и садовых культур на 50 и 5 ц/га соответственно.

Дендробациллин является препаратом для защиты леса от сибирского

шелкопряда на основе Bac. thuringiensis var dendrolimus. Бактерия была выделена из гусениц сибирского шелкопряда вредителя хвойных лесов. Этот препарат также эффективен для защиты овощных, плодовых и технических культур от разных насекомых (совок, белянок, молей, пядениц и др.). Препарат не токсичен для полезной энтомофауны, исключение составляют тутовый и дубовый шелкопряд, применяется и действует аналогично энтобактерину.

Инсектин - по действию аналогичен дендробациллину, предназначен для борьбы, главным образом, с сибирским шелкопрядом. Получен на основе Bac. thuringiensis var. insectus.

БИП - биологический инсектицидный препарат, изготавливается в виде сухого порошка и пасты на основе Bac. thuringiensis var. darmstadiensis; эффективен против вредителей плодовых (от яблочной и плодовой молей, пядениц, листоверток, шелкопрядов) и овощных культур (белянок, молей).

Бактулоцид - бактерия, на основе которой выпускается данный препарат, выделена из водоема и отнесена к группе Bt H14, так как ей присвоен 14-й серотип. Бактулоцид выпускается в виде сухого порошка с титром спор около 90 млрд./г и содержит такое же количество кристаллов. Применяется в жидком виде разбрызгиванием по поверхности водоема. Доза в зависимости от характера водоема и вида комаров варьирует от 0.5 до 3.0 кг/га водной поверхности. Кристаллический эндотоксин бактулоцида высокотоксичен для личинок комаров и мошек, но совершенно безопасен для других насекомых и гидробионтов, обитающих в одном водоеме с комарами. Продуцент данного эндотоксина привлек внимание ученых многих стран. За рубежом аналогичные препараты («Текнар», «Скитал», «Виктобак», «Бактимос») для борьбы с комарами и мошкой выпускают на основе бактерии Bacillus israelensis штамм Bt H, которая продуцирует данный эндоксин. Наиболее эффективными являются отечественный «Бактулоцид» и французский «Бактимос».

Вторая группа препаратов, выпускаемых за рубежом, базируется на бактериальном серотине Bac. thuringiensis 3A3B (HD-1). Первый препарат был получен во Франции в 1938 г. на основе штамма, выделяющего опасный для человека токсин B. Были разработаны специальные методы очистки культуральной жидкости для удаления токсина из товарной формы продукта. Впоследствии был выделен штамм B HD-1 свободный от дан продукта. Впоследствии был выделен штамм Bt HD-1, свободный от данного эндотоксина, который в настоящее время является основой многих промышленных препаратов, предназначенных для борьбы с различными садовыми и огородными вредителями. Серия препаратов, по действию аналогичная энтобактерину, («Дипел», «Виобит», «Бактоспейн») изготавливается на основе 3A3B в виде порошков и жидкостей и применяется с помощью распылительных и разбрызгивающих устройств, вызывая маесовую гибель гусениц. В Чехии производят препарат «Батурин-82» с использованием глубинной культуры Bt. var. kurstaki, эффективный против различных вредителей овощных, зерновых культур и лесов. В США начат выпуск препарата «Фоил» на основе коньюгатов двух штаммов Bt, для борьбы с гусеницами овощных культур и ряд других эффективных препарат

Широкая разработка новых препаратов на основе Bt интенсивно проводится во многих странах. Поиск осложняется нестабильностью и лизогенией штаммов-продуцентов. До настоящего времени мало изучены вопросы контагиозности энтомопатогенных бактерий и возможности эпизоотологического способа их использования.

Методы генной и клеточной инженерии в настоящее время позволяют проводить работы, направленные на улучшение существующих продуцентов и продуктов Bt. Сегодня известно, что гены, контролирующие синтез кристаллов, локализованы на небольшом числе плазмид значительной молекулярной массы. Токсический белок, синтезируемый Bt, клонирован в E. coli и B. subtilis, его экспрессия получена даже в течение вегетативной фазы роста. Есть сведения о клонировании белка, токсичного для бабочек, в клетках табака. В выросшем целом растении табака каждая клетка вырабатывала токсин. Таким образом, растение, приобретшее токсин, само становится устойчивым к насекомым: поедая листья, гусеница погибает, не причинив существенного вреда растению. Американскими компаниями «Монсанто» и «Агроцетус» проводятся полевые испытания хлопчатника с внедренным в хромосому геномом Bt. Резистентность к гусеницам передается семенам и последующим поколениям растений. Начато получение рассады трансгенного картофеля и томатов с внедренным геном Bt, токсичного для чешуекрылых. Создан трансгенный инсектоустойчивый тополь с внедренным геном антитрипсиназы в клетки тканей. Фермент снижает усвоение белка насекомыми, что приводит к сокращению популяции.

Соединение и клонирование белков из различных энтомопатогенных штаммов позволило получить рекомбинантные штаммы с расширенным спектром активности. Описаны новые штаммы с активностью против дополнительных насекомых (например, жесткокрылых). Фирма «Сандоз» успешно провела полевые испытания нового продукта «Джавелин», полууспешно провела полевые испытания нового продукта «Джавелин», полученного на основе NRD-12, штамма ЗАЗВ, исходно активного против непарного шелкопряда. Препарат эффективен также против вредителей овощных культур, а также культур хлопчатника. Генноинженерными методами в США создан эндофит Calvibacter xylicynodontis, модифициро- ванный экспрессией гена токсина Bt. Препарат «Инсайд» вводится в семена кукурузы, после их прорастания бактерии размножаются в сосудистой системе растения, продуцируя биоинсектицид; эффективен против мотылька кукурузного. Компания «Микоген» выпускает на рынок генноинженерный препарат на основе токсина Bt. var. san diego, экспрессированного в бактерии Ps. fluorescens, препарат может применяться для защиты от колорадского жука и долгоносика картофеля, баклажан, томатов; его стоимость близка к стоимости химических пестицидов, эффективность действия свыше 90%.

Новейшие биотехнологические методы могут способствовать повышению эффективности бактериальных препаратов в результате изменения плазмид в бактериях, контролирующих синтез белка. Производство аспорогенных штаммов может упростить технологию ферментации и снизить стоимость препаратов. Возможно получение биоинсектицидов с более специфичными мишенями.

Грибные препараты. Многочисленные виды энтомопатогенных грибов широко распространены в природе; они поражают широкий круг насекомых, обладая для этого различными механизмами, включая контактный, что облегчает их применение. Грибы хорошо сохраняются в виде спор и продуцируют разнообразные биологически активные вещества, усиливающие их патогенность. Однако грибные препараты не применяются пока достаточно широко. Это связано, во-первых, с определенными технологическими трудностями, возникающими при их культивировании и, во-вторых, обусловлено жесткими требованиями к факторам окружающей среды (высокая активность грибных препаратов проявляется только в условиях высокой и стабильной влажности).

Известны сотни видов энтомопатогенных грибов, но наиболее перспективными считаются две группы грибов мускаридные грибы из Euascomycetes и энтомотрофные из семейства Entomophtohraceae. Основное внимание привлекают следующие грибные патогены: возбудитель белой мускардины (род Beauveria), возбудитель зеленой мускардины (род Metarhizium) и Enthomophthora, (поражающий сосущих насекомых). И. И. Мечников, открыв возбудителя зеленой мускардины у хлебного жука и применив препарат из гриба Metarhizium anisopliae, заложил основу новому направлению защиты растений. У большинства грибов возбудителем инфекции являются конидии. Грибы в отличие от бактерий и вирусов, проникают в тело насекомого не через пищеварительный тракт, а непосредственно через кутикулу. При прорастании конидий на кутикуле насекомого ростовые трубки могут развиваться на поверхности или сразу начинают прорастать в тело; часто этот процесс сопровождается образованием токсина. Если штамм слабо продуцирует токсин, мицелий достаточнием токсина. Если штамм слабо продуцирует токсин, мицелий достаточно быстро заполняет все тело насекомого. Заражение насекомых грибными патогенами в отличие от других микроорганизмов может происходить на различных стадиях развития (в фазе куколки или имаго). Грибы быстро растут и обладают большой репродуктивной способностью. Для того чтобы применение грибных препаратов было эффективным, надо применять их в определенное время сезона и в оптимальной концентрации. Для этого необходимо знание этиологии грибных повреждений и как они взаимодействуют с насекомыми. Это обеспечит получение на основе грибов эффективных и достаточно экономичных пестицидов. В настоящее время, несмотря на имеющиеся ограничения, грибные препараты широко исследуются и начинают применяться для борьбы с вредителями. Metarhizium anisopliae - наиболее известный энтомопатогенный гриб, описанный более 100 лет назад как зеленый мускаридный гриб. На его основе были получены первые препараты биопестицидов в промышленных масштабах. Этот гриб поражает многие группы насекомых, включая слюнного пастбищного клопа и вредителя сахарного тростника. В сочетании с вирусом препарат данного гриба используют для контроля численности жука-носорога, являющегося главным вредителем пальм на островах в южной части Тихого океана. Есть данные о том, что с его помощью можно бороться с коричневой цикадой вредителем риса.

Verticilium lecanii является единственным грибным энтомопатогеном, на основе которого на западе успешно выпускают препараты в промышленных масштабах. Его

изучение началось в начале 80-х годов. Этот организм способен контролировать в оранжереях численность тлей и алейроцид в течение нескольких месяцев.

Hirsutella thompsonii использовали некоторое время в США для производства препарата «Микар» с целью контроля численности цитрусовых клещей. Выпуск препарата, однако, был прекращен, так как он не оправдал надежд.

В США, Чехии, Австралии и на Кубе разработаны эффективные препараты на основе мускаридного гриба Beauveria bassiana (Bals.) Vuill для борьбы с вредителями различных сельскохозяйственных растений, для контроля популяции насекомых в почве. Для инфицирования саранчи в США используют австралийский микроскопический гриб Enthomophthora praxibuli. Саранча погибает в течение 7-10 дней после применения препарата. Споры гриба после зимовки в почве способны поражать следующие поколения насекомых. В Японии выпущен в продажу инсектицид на основе гриба Aspergillus для защиты лесов от вредителей; препарат вносят в почву, он поглощается корнями деревьев, распространяясь по сосудистой системе дерева, защищает его от насекомых.

Боверин является отечественным грибным препаратом, который изготовлявляется отечественным грибным препаратом, который изготавливают на основе конидиоспор Beauveria bassiana (Bals.) Vuill. Препарат выпускают в виде порошка с титром 2-6 млрд. конидиоспор/г. Применяют также в комплексе с химическими препаратами (хлорофосом, фозалоном, севином) при уменьшение дозы последних в 10 раз от принятой нормы для индивидуального химического пестицида. Боверии почти также эффективен, как лучшие из доступных химических пестицидов. После заражения насекомого B. bassiana выделяет боверицин, циклодепсипептид-токсин. Боверин безопасен для человека и теплокровных, не вызывает ожогов у растений.

Получение боверина возможно как экстенсивным поверхностным, так и более экономичным глубинным способом ферментации. Последний, однако, является достаточно трудной технико-технологической задачей. При глубинной ферментации гриб размножается вегетативно, образуя гифальные тельца (гонидии), которые по действию близки воздушным конидиям, но уступают им в устойчивости (в процессе распылительного высушивания до 90% гонидиоспор погибает). Конидиоспоры удается получать в глубинной культуре на основе оптимизированной питательной среды. При этом до 90% выращенных клеток переходит в конидиоспоры достаточно высокой вирулентности. Культивирование гриба реализуется в строго стерильных условиях в глубинной культуре при 25-28°С в течение 3-4 суток. Питательная среда содержит (%): кормовые нелизированные дрожжи - 2, крахмал 1, хлорид натрия 0,2, хлорид марганца – 0,01, хлорид кальция 0,05. Существенное значение имеет концентрация азота, так как его дефицит снижает скорость роста, а избыток стимулирует образование гонидий. Оптимальная концентрация аминного азота составляет 10-15 мг %. Титр конидиоспор в культуре достигает 0,3-1,3 млрд./мл. Культуральную жидкость сепарируют с образованием пасты остаточной влажности 70-80% и титром спор 8 млрд./г. Пасту высушивают распылительным способом до влажности 10% и титра 8,109 клеток/г. В готовый препарат часто добавляют вещество-прилипатель и стабилизируют каолином.

Поверхностное культивирование гриба требует больших производственных площадей и более трудоемко, поэтому имеет меньшие масштабы. Способ реализуется в разных вариантах: на жидкой среде без соблюдения правил стерильности, аэрации и перемешивания; на твердой среде или жидкой среде в условиях асептики и комбинированным способом пленки. При твердофазной ферментации с использованием сусло-агара, картофеля, зерна пшеницы или кукурузы образование конидиоспор завершается на 12-15 сутки. На жидких средах образование спор наблюдается через 7- 10 суток, а на 18-25 сутки сформированную спороносную пленку снимают. Полученный материал высушивают, размалывают и смешивают с тальком или торфом. Производительность метода до 800 кг в месяц, титр – 1,5 10/г. Готовая форма препарата представляет собой сухой мелкодисперсный порошок конидиоспор, смешенный с каолином, титр 1,5 млрд. конидий/г. Препарат эффективен против листогрызущих садовых титр – 1,5 млрд. конидий/г. Препарат эффективен против листогрызуших садовых вредителей, яблоневой плодожорки, вредителей леса; а также вредителя картофеля - личинок колорадского жука. Используют боверин путем опрыскивания растений, норма расхода 1-2 кг/га. В сочетании с небольшими добавками химических пестицидов препарат вызывает гибель 100% личинок всех возрастов.

Перспективы грибных препаратов очевидны. Однако необходимы серьезные исследования для понимания этиологии вредителей. Это позволит предвидеть последствия взаимодействия между растением, вредителем и биопестицидом. Достижения последних лет свидетельствуют о принципиальной применимости методов генной инженерии для изучения физиологии, генетики и биохимии грибов. Это может привести к большему интересу к грибам как возможным продуцентам биопестицидов и, следовательно, к созданию более стойких и эффективных препаратов на их основе.

Вирусные препараты. Весьма перспективны для защиты растений энтомопатогенные вирусы. Вирусы чрезвычайно контагиозны и вирулентны, узко специфичны по действию, хорошо сохраняются в природе вне организма-хозяина. Эти препараты вследствие высочайшей специфичности практически полностью безопасны для человека и всей биоты. Заражаются насекомые вирусами при питании. Попавшие в кишечник тельца-включения разрушаются в щелочной среде. Освободившиеся вирионы проникают через стенку кишечника в клетки и реплицируются в ядрах. Вирусы способны размножаться только в живой ткани организма-хозяина. Это обстоятельство делает очень трудоемкой процедуру получения вирусного материала в значительных количествах. Получают вирусный материал при размножении вирусов в насекомых. После гибели насекомых их массу измельчают, затем выделяют вирусный материал и подвергают очистке. В соответствии с рекомендациями Всемирной Организации Здравоохранения 1973 г. особое внимание при изучении вирусов было обращено на одну группу вирусов - бакуловирусы. В этой группе отсутствуют вирусы, патогенные для позвночных. Однако другие группы вирусы цитоплазматического полигедроза, энтомопатогенные вирусы и иридовирусы содержат потенциальные биопестициды против насекомых, поэтому сейчас рассматриваются как перспективные биопестициды.

Новые биотехнологические методы можно применять для проверки безопасности вирусов, чтобы увереннее судить об их поведении в млекопитающих. Для этого используют нуклеотидные зонды и генетическое маркирование, что было невозможно несколько лет назад.

Бакуловирусы - это двуцепочечные ДНК-вирусы, в трех их группах имеются биопестициды: вирусы ядерного полиэдроза (ВЯП), вирусы гранулеза Бакуловирусы - это двуцепочечные ДНК-вирусы, в трех их группах имеются биопестициды: вирусы ядерного полиэдроза (ВЯП), вирусы гранулеза (ВГ), фильтрующиеся вирусы.

Первый вирусный инсектицид был выпущен компанией «Сандоз» в 70-е годы. Препарат предназначен для борьбы с коробочным червем хлопчатника. Производство вирусных препаратов основано на массовом размножении насекомого-хозяина на искусственных средах. На определенной стадии развития насекомое заражают, добавляя суспензию вирусов в корм. Спустя 7-9 суток погибших гусениц собирают, высушивают и измельчают. В измельченную массу добавляют физиологический раствор (1 мл на 1 гусеницу), взвесь фильтруют. Осадок суспендируют в небольшом количестве физиологического раствора и заливают глицерином. Препарат стандартизуют (титр 1 млрд. полиэдров/мл) и разливают во флаконы. Одна зрелая гусеница способна дать до 36 млрд. телец-включений, что составляет до 30% ее массы. Препараты готовят в виде дустов, суспензий и масляных форм. При получении сухого препарата вирусный материал смешивают с каолином; для получения масляной формы осадок смешивают с 50% раствором глицерина до титра 2 млрд. полиэдров/г.

Существует два метода применения вирусных препаратов: интродукция вирусов в плотные популяции насекомых на сравнительно небольших площадях и обработка зараженных участков путем опрыскивания или опыления на ранних стадиях развития личинок.

Видовое название энтомопатогенных вирусов состоит из группового названия и поражаемого хозяина (например, «полиэдроз непарного шелкопряда» или «полиэдроз американской бабочки»). Отечественной промышленностью выпускается несколько вирусных препаратов; в том числе «вирин-ГЯП» (против гусеницы яблоневой плодожорки), «вирин-КШ» (против кольчатого шелкопряда), «вирин-ЭНШ» (против непарного шел- копряда), «вирин-ЭКС» (против капустной совки). В США усовершенствован процесс производства нескольких вирусных препаратов для защиты лесов («ТМ-Биоконтрол» и «Циптек»).

Вследствие достаточной трудоемкости производства эти препараты пока не нашли массового применения. Специалисты считают, что потребуются годы, чтобы вирусные препараты смогли занять значительное место на рынке биопестицидов.

Для оптимизации процесса применения вирусных препаратов необходимо выяснить распространенность вирусов в природе и характеристики их выживания. Новые методы, например, использование конкретных олигонуклеотидных последовательностей для маркировки вирусного генома, обещают существенный прогресс в этой области. Начинается применение техники рекомбинатных ДНК для введения новых последовательностей в ген оболочечных белков, который далее используется для синтеза новых белков. Эти новые белки могут включать белковые

токсины Bacillus thuringiensis, потенциально усиливая токсические эффекты вируса.

Новые методы биотехнологии могут повлиять на цену вирусных препаратов. В настоящее время большинство вирусов способно размножаться только в тканях насекомых, и только немногие могут расти в культуре клеток насекомых. Разработка техники клеточных культур насекомых для клеток насекомых. Разработка техники клеточных культур насекомых для размножения вирусов весьма перспективна. Для этого необходимо получение высокопродуктивных линий клеток, оптимизация питательных сред, выбор эффективных систем вирус-клетка. По этой технологии в США начато получение коммерческого препарата «Элькар». Успешно проводятся разработки по рекомбинантным бакуловирусам с генами, кодирующими водный обмен насекомых. После применения такого препарата насекомые погибают в течение 5 дней от обезвоживания либо перенасыщения водой. Обнаружен новый вирусный белок, на два порядка усиливающий эффективность вирусных пестицидов. Белок выделен из белковой оболочки гранулеза Trichoplusiani - бакуловируса, поражающего непарный шелкопряд, совку, волокнянку; препарат назван вирусным усиливающим факто ром (VEF).

Усовершенствование и развитие технологии клеточных культур насе комых, а также отбор и даже создание новых вирусов, включая производ- ство эукариотических вирусов в прокариотах, может повлиять на конку- рентоспособность вирусных пестицидов по сравнению с химическими препаратами,

Биогербициды. Гербициды - химические препараты для борьбы с сорняками, составляют около 50% суммарного рынка химикатов для сельского хозяйства. Химическим гербицидам свойственны те же недостатки, что и аналогичным пестицидам. Поэтому потребность в создании биогербицидов очевидна. К последним относятся микроорганизмы-патогены растений, ферменты, а также полупродукты, получаемые биоконверсией.

Для борьбы с отдельными видами сорняков, устойчивых к химическим препаратам, применяют специфические и токсичные для них микроорганизмы. Наиболее часто используют грибные фитопатогены и грибные фитотоксины. Для расширения их сферы применения необходимо получение грибных форм, более устойчивых по отношению к изменяющимся условиям внешней среды. Бактериальные фитопатогены, менее чувствительные к факторам внешней среды, в меньшей степени поражают растения. Последние разработки в данном направлении обещают существенные перспективы. США и Япония совместно разрабатывают получение биогербицидов на основе природных микроорганизмов для борьбы с сорняками сои, арахиса, риса. В США на рынок поступил препарат на основе штамма Phytophthora palmivora для борьбы с повиликой. Япония начала производство биогербицида на основе билафоса, продуцируемого штаммом Streptomyces hydroscopicus. Препарат обладает широким спектром действия.

США и Япония совместно разрабатывают получение систероицидов на основе природных микроорганизмов для борьбы с сорняками сои, арахиса, риса. В США на рынок поступил препарат на основе штамма Phytophthora palmivora для борьбы с повиликой. Япония начала производство биогербицида на основе билафоса, продуцируемого штаммом Streptomyces hydroscopicus. Препарат обладает широким

спектром действия, нарушает азотный обмен в листьях и стеблях сорняков.

Наряду с биогербицидами, для защиты растений все шире применяют биологические препараты для борьбы с возбудителями заболеваний. На основе бактерий Pseudomonas fluorescens получен препарат «Р-2-79», подавляющий развитие свыше 40 видов микроорганизмов, поражающих пшеницу, ячмень, рожь. На основе Pseudomonas проводят защиту семян сорго и кукурузы от антрактоза и ризоктониоза; хлопчатника и сои от вията и ряда других заболеваний. Для борьбы с фитофторозом яблонь предложен способ применения почвенной бактерии Enterobacter aerogenes. Защита многих овощных культур от заболеваний, вызываемых некоторыми видами микроскопических грибов, обеспечивается применением препарата на основе культур Trichoderma polysporum, T. viride.

В целом масштабы применения различных препаратов для борьбы с вредителями и возбудителями болезней сельскохозяйственных культур непрерывно возрастают. По разным экспертным оценкам рынок этих препаратов к 2000 году может составить от 8 до 20 млрд. долл./год.

Биологические удобрения.

Микроорганизмы играют большую роль в повышении плодородия почвы, так как в процессе роста и развития улучшают ее структуру, обогащают питательными веществами, способствуют более полному использованию удобрений.

Интенсивное растениеводство обедняет почву азотом, так как значительная его доля ежегодно выносится из почвы вместе с урожаем. С древних времен для восстановления и улучшения почв существует практика использования бобовых растений, способных в симбиозе с азотфиксирующими микроорганизмами восполнять почвенные запасы азота в результате диазотрофности (усвоения атмосферного азота). Большой положительный эффект от возделывания бобовых вызвал постановку исследований явления диазотрофности.

Впервые наличие бактерий в клубеньках на корнях бобовых растений описали Лахман в 1858 и Воронин в 1866 г. Чистая культура азофиксаторов была получена Бейеринком в 1888 г. Вскоре были выделены и описаны другие азотфиксирующие микроорганизмы; Виноградский в 1893 г. впервые выделил анаэробную спороносную бактерию, фиксирующую молекулярный азот, назвав ее в честь великого Л. Пастера Clostridium pasteurianum; в 1901 г. Бейеринк открыл вторую свободноживущую азотфиксирующую бактерию Azotobacter. Высокая продуктивность азотфиксации у Azotobacter стала использоваться для интродуцирования этих бактерий в почву с целью восполнения ресурсов азота. Практическое применение нашли также симбиотические бактерии рода Rhizobium, развивающиеся в клубеньках бобовых растений.

Как только была выяснена роль симбиотических бактерий рода Rhizobium в азотфиксации, стали разрабатывать способы внесения этих микроорганизмов в почву и также для инокуляции семян. Затраты на применение этих способов невелики, техника применения весьма проста, а нение нашли также симонотические бактерии рода клгоотит, развивающиеся в клубеньках бобовых растений.

Как только была выяснена роль симбиотических бактерий рода Rhizobium в азотфиксации, стали разрабатывать способы внесения этих микроорганизмов в почву и также для инокуляции семян. Затраты на применение этих способов невелики, техника применения весьма проста, а эффект от их применения значителен. Культивирование бобовых, положительно влияя на азотный баланс почв, также облегчает борьбу с эрозией и помогает восстанавливать истощенные земли.

Технология получения азотных биоудобрений. Наиболее простой способ инокуляции основан на использовании почвы после выращивания на ней бобовых растений. Этот метод разработан в конце XIX века и применяется до настоящего времени. Недостаток метода - необходимость перемещения достаточно больших объемов почвы (100- 1000 кг/га), а также возможность распространения болезней. Более эффективным оказалось применение для инокуляции семян специальных препаратов азотфиксирующих бактерий.

I Клубеньковые бактерии рода Rhizobium, развиваясь в корневой системе бобовых растений, в симбиозе с ними фиксируют атмосферный азот, обеспечивая этим азотное питание растений. Согласно современным представлениям азотфиксация является восстановительным процессом превращения газообразного азота в аммиак, который в дальнейшем ассимилируется растениями с образованием аминокислот. Азотфиксирующие микроорганизмы обладают специфическим ферментом нитрогеназой, в активном центре которой происходит активирование инертной молекулы N и восстановление до NH3.

Клубеньковые бактерии обладают избирательной способностью по отношению к растению-хозяину. Эта особенность азотфиксаторов положена в основу их классификации внутри рода Rhizobium. Так, для бактерий Rh. leguminosarum растением-хозяином являются горох, вика, кормовые бобы, чина, чечевица; для Rh. phaseoli - фасоль; Rh. japonicum - соя; Rh. trifolii клевер; Rh. vigna вигна, маис, арахис и др. Процесс азотфиксации протекает только в клубеньках на корнях бобовых растений, которые образуются в результате проникновения бактерий через корневые волоски в корень. Взаимоотношение бактерий с растениями зависит от комплекса условий, включая физиологическое состояние и условия роста растений, а также физиологическую активность и вирулентность бактерий. Под вирулентностью понимают способность бактерий проникать внутрь корня растений и вызывать образование клубенька. Существенное влияние на процесс образования клубеньков, следовательно, эффективность последующего процесса азотфиксации, оказывают температура и влажность почвы, наличие в ней необходимых для развития бактерий и растений биогенных элементов.

Первая коммерческая разновидность культуры для инокуляции семян (товарное название «Nitragin») была запатентована в Великобритании Ноббе и Хилтнером в 1896 г. Для разных бобовых в то время выпускали 17 вариантов культуры. В 20-е годы выпускалось много разновидностей инокулятов, среди них были чистые культуры азотфиксирующих микроорганизмов, смеси бактерий с песком или торфом, а также культуры, выращенные на агаре или в жидкой среде.

Бактерии выращивали на агаризованных средах, далее соскабливали с

поверхности плотной среды и суспендировали в молоке. Суспензию бактерий выливали на кучу семян, перемешивали и далее семена высушивали в тени. Вскоре семена высевали. Данный метод пригоден для инокуляции сравнительно небольших объемов семян и применялся во многих странах с конца тридцатых до начала семидесятых годов. Затем с сокращением площадей, засеваемых люцерной в ряде европейских стран объемы использования метода сократились. Кроме этого, такие препараты азотфиксирующих бактерий после высушивания быстро погибают, то есть не мо гут использоваться в течение длительного времени. Этого недостатка лишены препараты инокулята на торфяной основе. Бактерии выращивают обычным способом в глубинной культуре в стерильных условиях до достижения достаточно высокой плотности культуры (10°-10° клеток/мл); в качестве основы среды используют дрожжевой экстракт или маннитол, Далее просушенный (остаточная влажность около 10%), измельченный (200 меш) торф доводят до pH 6.5-7.0, добавляя $CaCO_3$, и смешивают с жидкой культурой (40% по массе). Препарат бактерий на торфяной основе в течение нескольких суток созревает. Затем его вновь перемешивают и фасуют в полиэтиленовые мешочки, которые герметизируют. При хранении препарата в условиях пониженной температуры жизнеспособность инокулята сохраняется достаточно долго, до 90 недель. При благоприяных условиях культуру можно хранить в течение года.

В качестве носителя для бактерий были опробованы различные композиции: смеси торфа с почвой, добавки люцерны и соломы, перегнившие опилки, бентонит и активированный уголь. В настоящее время для поддержания жизнеспособности симбиотических азотфиксирующих бактерий и пользуют разнообразные носители, но лучшим считается торф. Сухие препараты азотфиксаторов, приготовленные на основе клубеньковых бактерий рода Rhizobium и предназначенные для повышения урожайности бобовых растений (гороха, фасоли, сои, клевера, люцерны, люпина и др.) в настоящее время выпускаются под товарным названием «Нитрагин». Помимо почвенного нитрагина, выпускают также сухой нитрагин препарат бактерий с содержанием в 1 г не менее 9 млрд. жизнеспособных клеток, в качестве наполнителя используют мел, каолин, бентоит. Препараты сухого нитрагина с остаточной влажностью 5-7% фасуют по 0,2-1,0 кг и хранят при 15°С в течение 6 месяцев. Вносят нитрагин путем опудривания семян сухим препаратом непосредственно перед посевом. Препараты нитрагина вносят в почву на фоне минеральных и органических удобрений. При инокуляции почв нитрагином урожайность бобовых культур возрастает на 15-20%.

Аналогом азотных удобрений нитрагином урожайность бобовых культур возрастает на 15-20%.

Аналогом азотных удобрений является другой препарат азотфиксирующих бактерий «Азотобактерин», который выпускается промышленностью в нескольких вариантах. Бактерии рода Azotobacter являются свободноживущими азотфиксирующими микроорганизмами и обладают высокой продуктивностью азотфиксации (до 20 мг/г использованного сахара). Помимо связывания атмосферного азота, эти бактерии продуцируют биологически активные соединения (витамины, гиббериллин, гетероауксин и др.). В результате этого инокуляция

азотобактерином стимулирует прорастание семян и ускоряет рост и развитие растений. Более того, Azotabacter способен экскретировать фунгицидные вещества. Этим угнетается развитие в ризосфере растений микроскопических грибов, многие из которых тормозят развитие растений. Однако бактерии рода Azotobacter весьма требовательны к условиям среды, особенно концентрации в почве фосфатов и микроэлеметов, и активно развиваются в плодородных почвах.

Технология получения сухого препарата азотобактерина аналогична получению сухого нитрагина и включает получение посевного материала и культивирование бактерий в контролируемых условиях в глубинной стерильной культуре до начала стационарной фазы. Готовый препарат с содержанием не менее 5 млрд. жизнеспособных клеток на 1 кг при остаточной влажности 5-7% фасуют в полиэтиленовые мешки 0,4-2,0 кг, которые герметизируют и далее хранят при температуре до 15°С. Промышленностью выпускаются также торфяной и почвенный препараты азотобактерина. Для этого в качестве наполнителя используют разлагающийся торф с нейтральной реакцией среды или богатую перегноем почву. В просеянную почву или торф вносят суперфосфат (0,1%) и известь (1-2%). Смесь фасуют в бутылки объемом 0,5 л, увлажняют водой до 40-60% и стерилизуют. В стерильный наполнитель вносят выросшую культуру бактерий. Длительность хранения препаратов 2-3 месяцев. При обработке семян препарат вносят из расчета 3-6 кг на 1 га пашни.

Способ применения азотобактерина определяется посевным материалом: семена зерновых культур опудривают сухим препаратом механизированным способом; клубни картофеля и корневую систему рассады овощных культур равномерно обрабатывают водной суспензией препарата.

В последние годы для изучения биологической азотфиксации стали применять методы молекулярной биологии и новейшие методы генетики. Установлена возможность с помощью колифага Р. размножать свободноживущую азотфиксирующую бактерию Klebsiella pneumoniae M5 и с ее помощью трансдуцировать nif-гены (гены азотфиксации). Также доказано, что перенос nif-генов возможен с помощью плазмид от штамма-азотфиксатора к штамму, не обладающему диазотрофностью.

В последние годы для изучения биологической азотфиксации стали применять методы молекулярной биологии и новейшие методы генетики. Установлена возможность с помощью колифага Р. размножать свободноживущую азотфиксирующую бактерию Klebsiella pneumoniae M5 и с ее помощью трансдуцировать nif-гены (гены азотфиксации). Также доказано, что перенос nif-генов возможен с помощью плазмид от штамма-азотфиксатора к штамму, не обладающему диазотрофностью. Обнаружены конъюгативные плазмиды, несущие гены азотфиксации, относительно легко передающиеся при конъюгации от штамма к штамму. После этого появились надежды на получение методами клеточной и генной инженерии растений, способных фиксировать атмосферный азот. Однако перенос генов азотфиксации и их экспрессия является чрезвычайно сложной задачей.

Активные исследования в этом направлении, начатые в середине 70-х годов,

пока не принесли желаемых плодов. После установления в начале 90-х гг. структуры и организации nif-генов усилия исследователей были сосредоточены на изучении функционирования этих генов и природы их продуктов. Вслед за открытием крупных плазмид в ряде азотфиксирующих микроорганизмов было установлено, что эти плазмиды содержат не только структурные гены нитрогеназы, но и гены, ответственные за развитие корневых клубеньков в определенных видах бобовых растений. Биохимические характеристики нитрогеназы разных азотфиксаторов сходны. Это свидетельствует о гомологичности генов, кодирующих их синтез. Гомология структуры ДНК явилась предпосылкой для клонирования nif-генов с целью локализации их у новых диазотрофов. Конструирование самопереносящихся плазмид, несущих гены азотфиксации, позволило передать диазотрофность нефиксирующим азот видам: E. coli, Salmonella typhimurium, Erwinia herbicola, Ps. fluorescens; без получения экспрессии nif-гены были клонированы также в дрожжах.

Перенос более простых группировок генов, по сравнению с целой nif- областью, осуществим на основе вирусных векторов, например, вируса мозаики цветной капусты. При переносе nif-генов в растения возникают огромные, пока непреодолимые трудности, связанные не только с собственно переносом генов, но регуляцией их экспрессии. Однако разработанные к настоящему времени методы клонирования и рекомбинации нуклеиновых кислот создали предпосылки для переноса генов азотфиксации в клетки растений и получения их экспрессии. При переносе генов азотфиксации в высшие растения, помимо трудностей генетического характера, имеются и другие. Не изучена регуляция взаимосвязи генов фиксации азота с генами, ответственными за синтез переносчиков электронов и кофакторов, необходимых для функционирования нитрогеназы. Последняя должна быть защищена от ингибирующего воздействия кислорода.

Необходимы также интенсивные исследования генетики растений для подбора эффективных растений хозяев, а также исследования, направленные на модификацию генома микроорганизмов для получения организмов, способных существовать в симбиозе не только с бобовыми растениями (например, хлебными злаками).

Фундаментальные исследования по переносу генов азотфиксации в высшие растения, по-видимому, приведут к многообещающим открытиям и коренному перевороту практики азотного питания растений.

Снабжение растений фосфатами. Фосфатные ионы в почве, как известно, не очень подвижны, поэтому вокруг корневой зоны растений часто возникает дефицит фосфора. Везикулярно-арбускулярняя микориза (ВА) играет существенную роль в плодородни почвы, так как способствует поглощению растениями фосфатов из почвы. Эндо- и экзомикоризы представляют собой особые структуры, формирующиеся внутри или вокруг мелких корешков растений в результате заражения почвенными непатогенными грибами.

Возникающие симбиотические отношения между грибами и растениями, выгодные растению-хозяину. Микориза ВА, образуемая грибом-фикомицетом из семейства Endogonaceae, встречается довольно часто в большинстве почв

практически всех климатических зон. Эта микориза присуща большей части покрытосемянных, многим голосемянным, а также некоторым папоротникам и печеночникам. Микориза ВА найдена у большинства важнейших видов культурных растений. Гифы микоризы, вырастающие из мицелия и распространяющиеся далеко за пределы корневой системы, переносят фосфатионы из зон их присутствия в клетки хозяина. Наибольший эффект ВА приносит растениям со слабой корневой системой. Благодаря этой микоризе рост растений на бедных фосфатами почвах улучшается. Одновременно с поступлением фосфатов растения также обогащаются микроэлементами. Доказано, что в растениях с микоризой концентрация гормонов роста выше, чем в ее отсутствие. Если ВА-микориза формируется в присутствии азофиксирующих бактерий, у бобовых усиливается процесс образования клубеньков и азотфиксация.

Для размножения эндофитов в почве нужна их инокуляция. Однако размножение грибов происходит только в присутствии растения-хозяина. Единственный эффективный способ получения больших количеств эндофита - выращивание на соответствующей линии растений. Инокулятом при этом служит смесь корней мицелия и спор. Выделенные споры, инфицированную почву или корни растения с ВА используют для инокуляции растения-хозяина, свободного от болезней, в так называемой горшечной культуре. Полученный таким образом инокулят используют для инокуляции растений. Несколько граммов неочищенного инокулята, полученного из горшечной культуры растения-хозяина, добавляют в среду или размещают поблизости от молодых корней, так, чтобы до пересадки растения в грунт, успела образоваться довольно мощная микориза. Метод эффективен при разведении лесов, цитрусовых, но не находит применения для инокуляции в полевых условиях, так как препарата нужно много (2-3 т неочищенного инокулята на 1 га). Получать такие количества инокулята ВА пока не представляется возможным.

Для улучшения питания сельскохозяйственных культур фосфатами эффективен метод применения фосфоробактерина. Препарат получают на основе спор культуры Bacillus megaterium var. phosphaticum. Эти бактерии превращают трудно усвояемые минеральные фосфаты и фосфорорганические соединения (нуклеиновые кислоты, нуклеопротеиды) в доступную для растений форму. Следует отметить, что фосфоробактерин не заменяет фосфорные удобрения и не действует без них. Положительный эффект от применения фосфоробактерина связан не только с доставкой усвояемых фосфатов к растениям, но обусловлен также действием биологически активных веществ (тиамина, биотина, никотиновой и пантотено усвояемых фосфатов к растениям, но обусловлен также действием биологически активных веществ (тиамина, биотина, никотиновой и пантотеновой кислот, витамина B_{12} и др.). Данные биологически активные вещества, попадая на поверхность семян при инокуляции, а затем в ткани растения, стимулируют фосфорное и азотное питание, то есть благоприятно действуют на развитие растений на первых этапах.

Технология получения препарата фосфоробактерина во многом сходна с технологией получения сухого нитрагина и азотобактерина. Выращивание Bac.

megaterium проводят в контролируемой глубинной культуре до стадии образования спор. Процесс проводят в строго стерильных условиях, так как многие производственные штаммы чувствительны к действию бактериофагов. Высушенную в распылительной сушилке при 65-75°С биомассу с остаточной влажностью 2-3% смешивают с каолином, фасуют по 50-500 г в водонепроницаемые герметичные мешки. В 1 г препарата содержание жизнеспособных клеток не менее 8 млрд. Препарат, в отличие от нитрагина и азотобактерина, стабилен. Поэтому он хорошо хранитусвояемых фосфатов к растениям, но обусловлен также действием биологически активных веществ (тиамина, биотина, никотиновой и пантотеновой кислот, витамина B_{12} и др.). Данные биологически активные вещества, попадая на поверхность семян при инокуляции, а затем в ткани растения, стимулируют фосфорное и азотное питание, то есть благоприятно действуют на развитие растений на первых этапах.

Технология получения препарата фосфоробактерина во многом сходна с технологией получения сухого нитрагина и азотобактерина. Выращивание Вас. megaterium проводят в контролируемой глубинной культуре до стадии образования спор. Процесс проводят в строго стерильных условиях, так как многие производственные штаммы чувствительны к действию бактериофагов. Высушенную в распылительной сушилке при 65-75°С биомассу с остаточной влажностью 2-3% смешивают с каолином, фасуют по 50-500 г в водонепроницаемые герметичные мешки. В 1 г препарата содержание жизнеспособных клеток не менее 8 млрд. Препарат, в отличие от нитрагина и азотобактерина, стабилен. Поэтому он хорошо хранится при комнатной температуре длительное время. При хранении в течение года потеря жизнеспособности составляет около 20%. Фосфоробактерин особенно эффективен при применении на черноземах, богатых фосфорорганическими соединениями. Семенной материал обрабатывают сухим фосфоробактерином механизированным способом непосредственно перед посадкой. Нормы расхода препарата составляют около 5 г и 200 г наполнителя (глина, почва, зола) на 1 га. При обработке клубней картофеля используют 0,1% водную суспензию спор. Обработку проводят, равномерно увлажняя посевной материал. Применение фосфоробактерина повышает урожайность сельскохозяйственных культур на 10%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биология культивируемых клеток и биотехнология растений / Под ред. Р. Г. Бутенко. — М., 1991.
2. Биотехнология / Под ред. А. А. Баева. — М., 1988.
3. Биотехнология растений: культура клеток / Под ред. Р. Г. Бутенко. — М., 1989.
4. Бейли Дж.Э., Оллис Д.Ф. Основы биохимической инженерии. — М., 1989.-Ч. II.
5. Бутенко Р. Г. Биология клеток высших растений in vitro и биотехнология на их основе. — М., 1999.
6. Бутенко Р. Г. и др. Клеточная инженерия. — М., 1987.
7. Блинов Н.П. Основы биотехнологии. — СПб., 1995.
8. Мишустин Е.Н. Биотехнология. — М., 1989.
9. Муромцев Г. С. и др. Основы сельскохозяйственной биотехнологии. — М., 1990.
10. Промышленная микробиология и успехи генетической инженерии. — М., 1984.
11. Рыбальский Н.Г., Скуратовская О.Д. Белковая инженерия. — М, 1990.
12. Сассон А. Биотехнология: свершения и надежды. — М., 1987.
13. Сельскохозяйственная биотехнология / Под ред. В. С. Шевелухи. — М., 1998.
14. Сидоров В.А. Биотехнология растений. — Киев, 1990.
15. Фогарти М. и др. Микробные ферменты и биотехнология. — М., 1986.
16. Шабарова З.А., Богданов А. А., Золотухин А. С. Химические основы генетической инженерии. — М., 1994.

А.А. Сабанова

ОСНОВЫ БИОТЕХНОЛОГИИ

учебное пособие для обучающихся по специальности
35.02.05 Агрономия

Лицензия: ЛР. № 020574 от 6 мая 1998 г.

Электронная версия 2023 г.
Бумага формат А4 (210х297 мм), масса 80 г/м2.
Усл. печ.л 18,6. Заказ

362040, Владикавказ, ул. Кирова, 37.
Типография ФГБОУ ВО Горский ГАУ

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет»
(ФГБОУ ВО Горский ГАУ)

Кафедра землеустройства и экологии

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 3EE7962F03675FD1CCC681245B854EBA
Владелец: Гогаев Олег Казбекович
Действителен: с 04.12.2023 до 26.02.2025

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

учебное пособие для обучающихся по специальности
35.02.05 Агрономия

ВЛАДИКАВКАЗ 2023

УДК 631.92

Составитель: Сабанова А.А.

Рецензент: Лазаров Т.К. – д-р с.-х. наук, доцент, декан агрономического факультета ФГБОУ ВО Горский ГАУ

Метеорологическое обслуживание сельскохозяйственного производства: учебное пособие / Составитель: А. А. Сабанова – Владикавказ: ФГБОУ ВО Горский ГАУ, 2023 – 79 с.

Приведен теоретический материал для изучения дисциплины метеорологическое обслуживание сельскохозяйственного производства. Обозначенные в пособии методические установки позволяют систематизировать знания по метеорологическому обеспечению сельскохозяйственного производства.

Для обучающихся по специальности 35.02.05 Агрономия

© Издательство ФГБОУ ВО Горский ГАУ, 2023
© Сабанова А.А.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение…….	4
1.	Агрометеорология, предмет и задачи…….	5
2.	Атмосфера и ее основные свойства……..	7
	Состав атмосферы……..	7
	Приборы для измерения атмосферного давления……...	10
	Строение атмосферы……..	11
3.	Солнечная радиация и радиационный баланс…….	13
	Радиационный баланс земной поверхности ……	13
	Приборы для измерения солнечной радиации..……	17
	Лучистая энергия и растения…….……...	23
4.	Температурный режим почвы и воздуха…….	30
	Тепловые свойства почвы……..	30
	Температурный режим воздуха……	39
5.	Вода в атмосфере и почве……..	45
	Влажность воздуха и величины, характеризующие её…….	45
	Испарение воды и конденсация водяного пара……...	48
	Осадки, снежный покров, почвенная влага…….	52
6.	Ветер, погода и ее предсказание……...	59
	Ветер и его виды.……...	59
	Понятие о погоде, воздушные массы и их классификация……	61
	Прогноз погоды и его виды……...	64
7.	Опасные для сельского хозяйства метеорологические явления и меры борьбы с ними…….	66
	Опасные явления теплого периода и меры борьбы с ними....……...	66
	Опасные явления холодного периода и меры борьбы с ними……...	70
8.	Агрометеорологическое обеспечение……..	72
	Агроклиматическая информация, ее виды и назначение……..	72
	Работа агрометеорологического поста по обслуживанию сельскохозяйственного производства……..	75
	Литература……..	78

ВВЕДЕНИЕ

Целью курса «Метеорологическое обслуживание сельскохозяйственного производства» является изучение атмосферных процессов и явлений, формирующих состояние среды, в которой существуют сельскохозяйственные растения. Знание закономерностей формирования погоды и климата на той или иной территории позволит специалистам сельского хозяйства более эффективно использовать естественные природные ресурсы и снизить ущерб от опасных метеорологических явлений. Разработка оптимальных приемов ведения сельского хозяйства потребует от выпускников аграрных колледжей знаний погодных и климатических особенностей территории, их изменчивости в отдельные годы, умения пользоваться режимной гидрометеорологической информацией, результатами наблюдений метеорологических станций, а в случае необходимости самостоятельно измерять основные метеорологические элементы. По каждой теме даны теоретический материал и вопросы для самоконтроля.

Студенты учатся анализировать метеорологическую и агрометеорологическую информацию как режимную, так и прогностическую, производят анализ полученных результатов, применяя теоретические знания по изученной теме и свои способности к логическому мышлению.

1. АГРОМЕТЕОРОЛОГИЯ, ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ.

Агрометеорология изучает погоду и климат применительно к практическим и теоретическим задачам сельского хозяйства и природообустройства и водопользования. К числу важнейших задач агрометеорологии относятся:

- исследование пространственно-временных закономерностей влияния погоды и климата на объекты и процессы сельскохозяйственного производства;
- разработка методов агрометеорологических прогнозов;
- агрометеорологическое обоснование мероприятий, направленных на защиту объектов сельского хозяйства от неблагоприятных явлений климата и погоды, вредителей и болезней;
- изучение проблемы мелиорации климата и микроклимата полей с целью их возможного улучшения для сельскохозяйственного производства и т.д.

В результате изучения дисциплины «Основы агрометеорологии» студент должен владеть:

- необходимыми знаниями и практическими навыками по проведению агрометеорологических наблюдений, использованию агроклиматических прогнозов;
- навыками оценки климата с позиций принятия оперативно-хозяйственных решений в производстве.

Метеорологические условия имеют огромное значение для сельского хозяйства; человеку нужноизучать климат, чтобы обратить его хорошие стороны в свою пользу и по возможности устранить влияние вредных условий, но для этого необходима продолжительная и напряженная научная работа; нужно много изучить для того, чтобы достигнуть успеха.

А. И. Воейков

Выдающийся русский ученый-почвовед В. В. Докучаев считал, что «почва и климат – суть основные и важнейшие факторы земледелия – первые и неизбежные условия урожаев».

Науки, изучающие физические и химические процессы, происходящие на земле, носят общее название «науки о земле».

Одной из таких наук и является агрометеорология.

Наука, изучающая метеорологические, климатические, гидрологические и почвенные условия в их взаимодействии с объектами и процессами сельскохозяйственного производства, называется агрометеорологией.

Объектами изучения агрометеорологии являются погода, климат, водный и тепловой режим почв, сельскохозяйственные культуры, сельскохозяйственные животные, а также процессы сельскохозяйственного производства. Все объекты изучаются во взаимодействии организма сокружающей средой. Агрометеорология – наука географическая, поскольку она изучает климат и погоду в их взаимодействии с сельскохозяйственным производством. Особенности агрометеорологии как науки заключаются в том, что она находится на стыке различных областей знаний: метеорологии, климатологии, математики, почвоведения, географии, биологии, агрономии, физиологии растений.

Агрометеорология представляет собой стройную научную систему специфических знаний, объединенных законами и понятиями; методами и средствами исследования, позволяющими выявлять количественные и качественные связи объектов сельского хозяйства и процессов сельскохозяйственного производства с условиями погоды и климатом [1].

Важнейшие задачи агрометеорологии:

- изучение и описание закономерностей формирования метеорологических и климатических условий сельскохозяйственного производства в пространстве и времени;
- разработка методов количественной оценки влияния метеорологических факторов на состояние почвы, развитие, рост и формирование урожая, сельскохозяйственных животных, на развитие и распространение вредителей и болезней сельскохозяйственных культур;
- разработка методов агрометеорологических прогнозов;
- агроклиматическое районирование, размещение новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур и пород животных, агроклиматическое обоснование приемов наиболее полного и рационального использования ресурсов климата для повышения продуктивности растениеводства и животноводства;
- агроклиматическое обоснование приемов мелиорации земель, микроклимата полей, внедрения индустриальных технологий в растениеводстве, в том числе дифференциального применения агротехники в соответствии со сложившимися и ожидаемыми условиями погоды;
- разработка методов борьбы с неблагоприятными и опасными для сельского хозяйства гидрометеорологическими явлениями, в том числе методов активного воздействия на эти явления.

Перечисленные задачи решаются агрометеорологической наукой и практикой с целью оперативного обеспечения различными видами агрометеорологической информации сельскохозяйственного производства.

Опыт показывает, что использование разнообразной гидрометеорологической информации в сельском хозяйстве происходит на трех временных уровнях:

1) при выборе проектных решений;
2) выработке плановых решений;
3) принятии оперативно-хозяйственных решений.

При выборе проектных решений обосновываются рациональное размещение и специализация сельского хозяйства, районирование культур и сортов сельскохозяйственных растений и пород животных, создание гидромелиоративных систем и т.д. При этом используется климатическая и агроклиматическая информация.

При принятии оперативно-хозяйственных решений разрабатываются действия непосредственного управления технологическими процессами в период вегетации растений и мероприятиями, осуществляемыми на животноводческих фермах и выпасах. Для этого используется оперативная информация о

фактическом состоянии среды приземного слоя атмосферы, почвы, посевов и различные гидрометеорологические прогнозы.

Для успешного решения перечисленных задач агрометеорологии, эффективного использования агрометеорологической (гидрометеорологической) информации в сельскохозяйственном производстве совершенствуются методы и средства агрометеорологических наблюдений, агрометеорологических исследований на основе научно- технического прогресса.

2. АТМОСФЕРА И ЕЕ ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА

Состав приземного слоя атмосферы и почвенного воздуха

Газовую оболочку земного шара, которая вращается вместе с ним, называют атмосферой. Она является средой обитания всех организмов (за исключением бактерий). Сложившаяся в результате эволюции Земли атмосфера под влиянием различных процессов, в том числе и вследствие фотосинтетической деятельности растений миллионы лет тому назад достигла в основном такого же состава, как в настоящее время. Между атмосферой и биосферой установилось природно-обусловленное динамическое равновесие. Поэтому человек и объекты сельскохозяйственного производства приспособлены к данному составу воздуха, которым они дышат и который необходим для их существования [1].

Смесь газов, составляющих атмосферу, называют воздухом, который состоит из азота (N_2), кислорода (O_2), аргона (Ar), углекислого газа (CO_2), и водяного пара (H_2O). Остальные газы содержатся в атмосфере в ничтожных количествах и их можно не учитывать при изучении физических свойств воздуха применительно к задачам агрометеорологии.

Состав сухого чистого воздуха нижних слоев атмосферы (табл. 1)постоянен для всей планеты. Это обусловлено непрерывным перемешиванием воздуха в вертикальном и горизонтальном направлениях. Только количество углекислого газа, озона и некоторых других газов несколько изменяется во времени и пространстве.

Таблица 1

Состав сухого воздуха

Газ	Молярная масса г/моль	Содержание % объема	Плотность	
			Абсолютная г/м^3	По отношению к сухому воздуху
Азот	28,106	78,084	1250	0,967
Кислород	32,000	20,946	1429	1,105
Аргон	39,944	0,934	1786	1,379
Углекислый газ	44,010	0,033	1977	1,529
Неон	20,183	$18,18 * 10^{-4}$	900	0,695
Гелий	4,003	$5,24 * 10^{-4}$	178	0,138
Криптон	83,700	$1,14 * 10^{-4}$	3736	2,868
Водород	2,016	$0,5 * 10^{-4}$	90	0,070

Ксенон	131,300	$0,087 * 10^{-4}$	5891	4,524
Озон	48,000		2140	1,624
Сухой воздух	28,966	100	1293	1,000

Кроме того, в атмосфере всегда присутствуют взвешенные твердые и жидкие частицы как природного происхождения (частички почвенной пыли, морской соли, споры растений, капельки воды и др.), так и попавшие в атмосферу в результате хозяйственной деятельности человека (производственная пыль, частички дыма и удобрений). Эти частички называют аэрозолями.

В природе воздух также содержит воду в газообразном, жидком и твердом состояниях. Водяной пар поступает в атмосферу в результате испарения воды с земной поверхности и распространяется в атмосфере вследствие перемешивания воздуха. Влагосодержание атмосферы зависит от удаленности источников воды (океанов, морей, крупных внутренних водоемов), рельефа местности, особенностей атмосферной циркуляции, температуры воздуха, времени суток. Процентное содержание водяного пара в воздухе у земной поверхности может колебаться почти от 0% до 4% объема.

Состав почвенного воздуха качественно практически не отличается от состава наземного воздуха. Исключение составляют только болотистые почвы, в которых могут содержаться метан и сероводород, т.е. газы, отсутствующие в атмосфере. Однако газы, составляющие почвенный воздух, входят в него в несколько иных соотношениях, чем в наземном воздухе. Жизнедеятельность микроорганизмов и корней, а также процессы гниения и разложения органических веществ уменьшают запасы кислорода в почвенном воздухе и увеличивают количество углекислого газа.

Содержание N_2, O_2 и CO_2 в почвенном воздухе непостоянно и зависит от типа почв, ее свойств, времени года, погодных условий, внесения органических удобрений и других факторов. Особенно большое влияние на состав почвенного воздуха оказывают влага и температура почвы. С увеличением влажности ухудшаются условия газообмена. Кроме того, от содержания влаги в почве и температуры зависит интенсивность биологических и биохимических процессов, а следовательно, потребление кислорода и продуцирование углекислого газа. В результате содержание углекислого газа в почвенном воздухе может достигать 1,0-1,2%, в заболоченных почвах – 6%, кислорода – ниже 20%, а содержание азота может колебаться от 78% до 87%.

Между атмосферой и почвой существует непрерывный воздухообмен – аэрация почвы, которая обусловлена в основном диффузией газов, а также действием ветра и колебаниями атмосферного давления. Интенсивность газообмена зависит и от структуры почвы. При комковатой структуре аэрация почвы происходит интенсивнее, чем при пылевой. Все агротехнические приемы, направленные на рыхление почвы, способствуют ее аэрации, что улучшает условия деятельности корневой системы растений и почвенных бактерий.

Из всех газов атмосферы наибольшее значение для биосферы и сельского хозяйства имеют азот, кислород, углекислый газ и водяной пар.

Азот – газ, преобладающий в атмосфере. Он имеет особое значение в почвенном питании растений. Свободный азот не усваивается растениями, но связывается некоторыми почвенными и клубеньковыми бактериями, что обогащает почву соединениями азота, легкоусвояемыми растениями. К числу растений, связывающих молекулярный азот при помощи клубеньковых бактерий, поселяющих на их корнях, относятся бобовые культуры (горох, фасоль, клевер, люцерна и др.). За один вегетационный период они накапливают от 40 до300 кг азота на 1 га. Кроме того, в почву в течение года вместе с осадками поступает около 5 кг азота на 1 га, что удовлетворяет потребность растений примерно на 1/10.

Почва служит основным источником азота для растений. При разложении растительных остатков органический азот переходит в минеральный азот, сначала в аммиак, а затем – в азотистую и азотнуюкислоту, которая в виде солей (селитры) является почти единственным продуктом азотного питания всех растений. Для улучшения почвенного питания растений минеральные и органические соединения азота вносят в почву в виде удобрений.

Кислород необходим для дыхания, разложения органического вещества, гниения и горения. При взаимодействии органических веществ с кислородом (окисление) в клетках живых организмов выделяется энергия, обеспечивающая жизнедеятельность растений и животных. Поэтому обогащение почвы кислородом, которое достигается при улучшении аэрации почвы, способствует деятельности почвенных бактерий, росту корневой системы и, следовательно, улучшению почвенного питания растений. Корнями древесных растений потребляетсяза сутки около 1мг кислорода на каждый грамм растущих корней.

Особое значение в атмосфере имеет *озон***.** Он находится в слое от поверхности земли до 70 км, максимальное количество озона находится в слое от 10-17 км до 50км (в зависимости от широты и времени года). Этот слой атмосферы называют озоновым слоем или озоносферой. Плотность озона очень мала и при нормальном давлении 1013 гПа и при температуре воздуха 0°С составляет слой толщиной в 1–6мм. Однако даже это малое количество озона имеет очень важное значение для жизни на Земле. Он поглощает жесткую ультрафиолетовую радиацию с длинами волн 0,22-0,29 мкм (с максимумом поглощения при длине волны 0,255). Благодаря этому на высотах 40-50 км температура воздуха возрастает до значений близких к нулю.

Жесткие ультрафиолетовые лучи обладают высокой биологической активностью: они убивают бактерии многих видов, являются губительными для живых организмов и растений. Считают, что жизнь на Земле смогла развиваться, когда возник достаточно мощный озоновый щит, предохраняющий ее от губительного действия ультрафиолетовой радиации Солнца. Нарушение существующего равновесия в озоносфере влияет на распределение потоков ультрафиолетовой радиации на различных высотах атмосферы. Это может привести к изменению температуры и общей циркуляции, оказать действие на тепловой баланс всей атмосферы, т.е. повлечь за собой определенные изменения погоды и климата.

В середине 1985 г. появились первые сообщения о снижении суммарного озона в Антарктиде. Содержание озона уменьшилось почти на 40% от его минимального содержания в околополюсной зоне и примерно на 20% от его содержания в зоне 50-60° ю.ш. Такое уменьшение озона в атмосфере послужило появлению так называемых *озоновых дыр.*

Озоновый слой разрушается от промышленного загрязнения стратосферы аэрозолями и газами, поглощающими солнечное излучение, в результате чего образуются интенсивные восходящие потоки воздушных масс. Кроме того, открытие и интенсивное применение в промышленности аэрозольных смесей-фреонов, которые безобидны в приземных слоях атмосферы, но в верхних слоях под воздействием ультрафиолета способны распадаться и выделять хлор, который очень активно разрушает озон.

Для спасения озонового слоя планеты под эгидой ВМО разрабатываются проекты по выработке промышленного озона и доставке его в стратосферу и замене фреона на другие составляющие.

Углекислый газ – тяжелый газ, скапливающийся в нижних слоях атмосферы у поверхности земли. Его значение в физиологических процессах растений огромно. Он является источником воздушного питания растений: зеленые растения при помощи световой энергии создают в процессе фотосинтеза из углекислого газа и воды органическое вещество. Углекислый газ имеет также большое значение для теплового баланса Земли, уменьшая ее охлаждение. Он способен задерживать земное излучение, тем самым повышая температуру у земной поверхности.

Водяной пар – важное звено круговорота воды в природе. Он обуславливает образование облаков и выпадение осадков, влияет на интенсивность испарения растительного покрова, участвует в создании оранжерейного эффекта. Водяной пар влияет на прозрачность атмосферы и ее радиационный режим и поглощает различные загрязняющие вещества. Таким образом, от влагосодержания атмосферы зависят климатические условия и водный режим Земли.

Приборы для измерения атмосферного давления

Атмосферное давление – сила, с которой давит на единицу земной поверхности столб воздуха, простирающийся от поверхности земли до верхней границы атмосферы.

Атмосферное давление было измерено впервые в XVII столетии итальянцем Торричелли (1608-1647) и немцем Герике (1602-1682), которые изобрели жидкостные барометры, водяной и ртутный. Долгое время давление измеряли в миллиметрах ртутного столба, в 1930 г. дляизмерения давления была введена новая единица давления – бар, в практике использовали тысячную долю бара – миллибар. С 1980 г. в качестве международной единицы (СИ) для измерения атмосферного давления принят паскаль (ПА = $Н/м^2$). На практике используют гектопаскаль (гПа): 1 гПа = 100 ПА; 1 гПа = 1мб = 0,75 мм рт. ст.;1 мм рт. ст. = 1,33 мб = 1,33 гПа.

Высота ртутного столба в барометре зависит не только от давления, но и от температуры ртути, ускорения свободного падения в точке наблюдения, от широты места. Поэтому показания ртутного барометра приводят к одинаковым условиям: одной температуре, уровню моря и широте 45°, где ускорение свободного падения составляет 980,6 см/с^2. При этих условиях давление, равное 760 мм. рт. ст., называют нормальным атмосферным давлением.

Вследствие неравномерного нагревания земной поверхности горизонтальное распределение атмосферного давления в один и тот же момент времени в разных точках неодинаково. Линии, соединяющие точки с одинаковым атмосферным давлением, называются изобарами. С помощью изобар на географических картах выделяют области пониженного и повышенного атмосферного давления, которые принято называть барическими системами. Основные виды барических систем – циклоны и антициклоны. Циклоны представляют собой область замкнутых, концентрических изобар с самым низким давлением в центре, а антициклоны – области замкнутых, концентрических изобар с самым высоким давлением в центре. В циклонах горизонтальный градиент давления направлен от периферии к центру, и движение воздуха осуществляется против часовой стрелки. А в антициклонах градиент давления направлен от центра к периферии, и воздух движется по часовой стрелке. Кроме циклонов и антициклонов часто встречаются барические системы с незамкнутыми изобарами, которые называются ложбинами и гребнями. Ложбина – полоса пониженного давления между двумя областями повышенного давления, а гребень – полоса повышенного
давления между двумя областями пониженного давления.

Атмосферное давление измеряют барометром. Станционный ртутный чашечный барометр используют на постоянных наземных метеорологических станциях. В нем атмосферное давление уравновешивается весом столба ртути в вертикальной стеклянной трубке, помещенной в металлическую оправу. По высоте столба ртути и определяют давление воздуха в миллиметрах или миллибарах. Барометр помещают в специальный шкаф, находящийся вдали от обогревательных систем, окон и дверей [1].

Барометр (анероид БАММ-1) имеет принцип действия, основанный на деформации мембранных коробок под действием атмосферного давления. Барометры-анероиды широко применяются в полевых условиях, на судах, в авиации, так как габариты их небольшие, они просты в обращении и удобны при транспортировке. Анероиды также используют для проведения барометрического нивелирования.

Барограф М-22А предназначен для непрерывной регистрации атмосферного давления. Приемная часть барографа состоит из нескольких анероидных коробок. Регистрирующей частью прибора является барабан (с часовым механизмом внутри) с лентой, на которойзаписывается давление в течение суток или недели.

Строение атмосферы

До начала XX в. метеорологи считали всю атмосферу более или менее однородной. В частности, они были убеждены в том, что температура воздуха в атмосфере равномерно убывает с высотой. Лишь вначале XX в. было установлено, что в вертикальном направлении атмосферу можно представить состоящей из нескольких концентрических слоев, отличающихся один от другого по температурным и иным условиям.

В вертикальном направлении атмосферу подразделяют на пять основных слоев: тропосферу, стратосферу, мезосферу, термосферу и экзосферу, различающихся по температурным и иным характеристикам.

Между ними находятся переходные слои, называемые паузами: тропопауза, стратопауза и др.

Тропосфера – нижний слой атмосферы, простирающийся от поверхности земли до высоты 8-10 км в полярных областях и до 15-18 км в зоне экватора. Температура воздуха в тропосфере уменьшается в среднем на 0,5-0,6°С на каждые 100 м, плотность воздухаот 1200 до 400 г/м^3.

В этом слое идет непрерывное, интенсивное перемешивание, как по горизонтали, так и по вертикали. В тропосфере сконцентрировано 75% всей массы воздуха, основное количество водяного пара и мельчайших частиц примесей, в результате чего здесь образуются облака, дающие осадки, возникают грозы и другие атмосферные явления. Поэтому тропосферу часто называют «кухней» погоды.

Самый нижний слой тропосферы – приземный, высота которого составляет несколько десятков метров, имеет особенно большое значение для сельского хозяйства. В этом слое находятся посевы и насаждения, пастбища, обитают животные. Поэтому для правильного решения многих практических задач сельскохозяйственного производства необходимо знать атмосферные процессы, происходящие именно в приземном слое тропосферы.

Стратосфера располагается над тропосферой до высоты 50-55 км. Для этого слоя характерны слабые воздушные потоки, малое количество облаков и постоянство температуры (-26-60°С) до высоты примерно 25 км. Далее температура начинает повышаться и на уровне стратопаузы достигает положительных значений. В стратосфере содержится менее 20% воздуха атмосферы, а его плотность к стратопаузе уменьшается примерно до $8 \cdot 10^{-1}$ г/м^3.

В стратосфере солнечные лучи интенсивно взаимодействуют с молекулами кислорода. В результате часть молекул распадается и образует озон. Область повышенной концентрации озона образует озоносферу.

Водяного пара в стратосфере – ничтожно мало. Однако в полярных широтах на высотах 20-25 км наблюдают иногда очень тонкие, так называемые перламутровые облака. Днем они не видны, а ночью кажутся светящимися, так как освещаются Солнцем, находящимся под горизонтом.

Мезосфера – слой, в котором температура с высотой вновь начинает понижаться, достигая на верхней границе мезопаузе (80-95 км) 85-95°С.

Воздуха здесь содержится всего 5% всей массы атмосферы, а плотность его на уровне мезопаузы составляет около $2 \cdot 10^{-2}$ г/м^3. На верхней границе

мезопаузы наблюдаются особого рода серебристые облака, также видимые только в ночное время.

В термосфере, которая расположена в промежутке 90-450 км, температура опять начинает повышаться. На высоте 200-250 км в годы активного Солнца она достигает 1600°С. Эта температура характеризует лишь кинетическую энергию движения молекул газов. Космические корабли и искусственные спутники Земли, находящиеся в термосфере, не испытывают воздействия столь высокой температуры вследствие очень высокой разреженности воздуха.

Молекулы воздуха в термосфере электрически заряжены, и атмосфера становится электропроводной. Ионизация воздуха происходит под воздействием ультрафиолетовой радиации Солнца, поэтому термосферу также называют ионосферой. В термосфере происходят полярные сияния, сгорают метеориты.

Экзосфера – самый верхний слой атмосферы. Плотность воздуха в ней настолько мала, что понятие «температура» здесь теряет смысл. По теоретическим расчетам, температура в этом слое превышает 9000°С. Слой экзосферы распространяется до высоты 2000-3000 км, постепенно переходя в космос.

Вопросы для самоконтроля

1. Состав сухого воздуха.
2. Значение азота, кислорода, углекислого газа и водяного парадля биосферы.
3. Строение атмосферы.
4. Атмосферное давление.
5. Как распределяется атмосферное давление по горизонтали? Как оно изменяется с высотой? Вертикальный градиент.
6. Что такое изобары и барическая ступень и барические системы?

3. СОЛНЕЧНАЯ РАДИАЦИЯ И РАДИАЦИОННЫЙ БАЛАНС

Радиационный баланс земной поверхности

В актинометрии лучистую энергию принято разделять на потоки: прямая солнечная радиация, рассеянная солнечная радиация, отраженная солнечная радиация, суммарная солнечная радиация, собственное излучение Земли, встречное излучение атмосферы.

Количественно лучистая энергия характеризуется *потоком радиации*, поступающей в единицу времени на единицу поверхности. Величину, характеризующую мощность потока лучистой энергии, называют *интенсивностью радиации*. В международной системе (СИ) интенсивность потока радиации выражают в Вт/м^2: (1 кал/см^2 мин = 698 Вт/ м^2). На практике обычно используют данные не мгновенных значений потоков за секунду, а суммы радиации за какой-либо период: декаду, месяц, вегетационный период и т.д. Суммы выражают в Дж/(м^{2}ч), Дж/(м^{2}сут), Дж/(м^{2}мес), и т.д. (1кал /см^2 = 4,19·10^4 Дж/м^2).

Прямая солнечная радиация. Радиацию, поступающую на верхнюю границу атмосферы и затем на земную поверхность непосредственно от Солнца в виде пучка параллельных лучей, называют прямой солнечной радиацией. Прямая солнечная радиация, поступающая на верхнюю границу атмосферы, изменяется во времени в небольших пределах, поэтому ее называют солнечной постоянной (S0). Она составляет около 1400 Вт/ м2.

При прохождении потока прямой солнечной радиации через атмосферу происходит его ослабление, вызванное поглощением (око- ло15%) и рассеянием (около 25%) энергии газами, аэрозолями, облаками.

Земля и атмосфера, как и солнце, непрерывно излучают невидимую инфракрасную радиацию. Излучение Земли почти полностью поглощается атмосферой.

Атмосферное излучение. Часть излечения атмосферы, направленная к Земле, называется встречным излучением атмосферы.

Часть атмосферного излучения, направленная вверх, прошедшая через всю толщу атмосферы и уходящая в мировое пространство, называется уходящим излучением атмосферы.

Земная и атмосферная радиация, как и солнечная, частично поглощается и отражается атмосферой. Все перечисленные потоки лучистой энергии отличаются друг от друга по спектральному составу, т.е. длинам волн.

В метеорологии принято рассматривать радиацию коротковолновую (0,1-4,0 мкм) и длинноволновую (4-120 мкм).

Солнечная радиация является коротковолновой, радиация земной поверхности и атмосферы – длинноволновой.

Ослабление солнечной радиации зависит:

- от высоты Солнца над горизонтом Земли: ослабление тем больше, чем больше расстояние проходит солнечный луч, когда солнце находится у горизонта, луч проходит в атмосфере путь, почти в 35 раз больший, чем при падении лучей под углом 90^0 к поверхности Земли;
- прозрачности атмосферы $P = S_1 : S_0$, где P – коэффициент прозрачности, S_1 – поток прямой радиации у поверхности Земли, S_0 – по- ток прямой радиации на границе атмосферы;
- мутности атмосферы $К_м = К_0 + d + w$, где $К_м$ – коэффициент мутности; $К_0$ – коэффициент молекулярного ослабления; d – коэффициент ослабления аэрозолями; w – коэффициент ослабления водяным паром. В умеренных широтах w =3, в Арктике w = 2, в тропиках w = 3,5.

Рассеянная солнечная радиация. Часть солнечной радиации, которая после рассеяния атмосферой и отражения от облаков поступает на земную поверхность, называют рассеянной солнечной радиацией (D). Чем выше Солнце и больше загрязненность атмосферы, тем больше приход рассеянной радиации. Зависимость рассеянной радиации от облачности – сложная, определяется видом и количеством облаков, их вертикальной мощностью и оптическими свойствами.

- Интенсивность потока рассеянной радиации обычно меньше, чем прямой, но значение ее велико. Например, на земной поверхности светло, даже если

Солнце закрыто облаками. С рассеянной радиацией связаны утренние и вечерние сумерки, когда Солнце находится под горизонтом, и таким образом увеличивается продолжительность дня. Рассеянная радиация имеет и биологическое значение.

Средние многолетние годовые суммы рассеянной радиации на территории нашей страны составляют 160-210 МДж/м^2.

Суммарная солнечная радиация. Прямая солнечная радиация, приходящая на горизонтальную поверхность, и рассеянная солнечная радиация вместе составляют суммарную радиацию

$$Q = S' + D. \quad (3.1)$$

Законы излучения

Закон Кирхгофа, Стефана-Больцмана, Вина. Каждое тело в природе является источником лучистой энергии.

Излучательной способностью тела называется количество энергии определенной длины волны, испускаемое в единицу времени с единицы поверхности. Излучательная способность обозначается Е.

Тело, поглощающее всю падающую на него лучистую энергию, называется *абсолютно черным.* В природе таких тел не существует, но для коротковолновой радиации к абсолютно черному телу близка сажа и платиновая чернь, для инфракрасного излучения (земного излучения) – чистый снег.

Тело, отражающее всю падающую на него лучистую энергию, называют *зеркальным.* В природе таких тел не существует, для коротковолновой радиации к такому телу близок чистый белый снег.

Отраженная солнечная радиация. Альбедо. Суммарная радиация, дошедшая до земной поверхности, частично отражаясь от нее, создает отраженную солнечную радиацию (RK), направленную от земной поверхности в атмосферу. Значение отраженной радиации в значительной степени зависит от свойств и состояния отражающей поверхности: цвета, шероховатости, влажности и др. Отражательную способность любой поверхности можно характеризовать величиной ее альбедо (Ак), под которым понимают отношение отраженной солнечной радиации к суммарной. Альбедо обычно выражают в процентах:

$$A к = (R_к : Q) \cdot 100\%. \quad (3.2)$$

Наблюдения показывают, что альбедо различных поверхностей изменяется в сравнительно узких пределах (10-30%), исключение составляют снег и вода (табл. 3.1).

Альбедо зависит от влажности почвы, с возрастанием которой оно уменьшается, что имеет большое значение в процессе изменения теплового режима орошаемых полей. Вследствие уменьшения альбедо при увлажнении почвы увеличивается поглощаемая радиация. Альбедо различных поверхностей имеет хорошо выраженный дневной и годовой ход, обусловленный зависимостью альбедо от высоты Солнца. Наименьшее значение альбедо наблюдают в околополуденные часы, а в течение года – летом.

Таблица 2

Альбедо различных естественных поверхностей*(по Гаевскому В. Л. и Будыко М. И.), %

Влажный снег	60-70	Картофельное поле	15-25
Чернозем влажный	Около 8	Хлопковое поле	20-25
Чернозем сухой	Около 15	Луг	15-25
Сухая глинистая почва	20-35	Лиственный лес летом	15-20
Сухая песчаная почва	25-45	Сухая степь	20-30
Свежая зеленая трава	Около 25	-	-

*Собственное излучение Земли и встречное излучение атмосферы.

Эффективное излучение. Земная поверхность как физическое тело, имеющее температуру выше абсолютного нуля (-273°**C**), является источником излучения, которое называют *собственным излучением Земли (Е3)*. Оно направлено в атмосферу и почти полностью поглощается водяным паром, капельками воды и углекислым газом, содержащимися в воздухе. Излучение Земли зависит от температуры ее поверхности:

$$E_з = \delta\sigma T^4, \qquad (3.3)$$

где δ – относительная излучательная способность земной поверхности.

Для чернозема δ равно 0,87, для песка – 0,89, для луга

Атмосфера поглощает небольшое количество солнечной – 0,94, для воды – 0,96; σ – постоянная Стефана-Больцмана, $\sigma = 5{,}67 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м $К^4$); *T* – абсолютная температура поверхности, К. радиации и практически всю энергию, излучаемую земной поверхностью. Количество энергии, излучаемое атмосферой, прямо пропорционально ее температуре, содержанию углекислого газа, озона и облачности. Поверхность Земли поглощает это встречное излучение почти целиком (на 90-99%). Таким образом, оно является для земной поверхности важным источником тепла в дополнение к поглощаемой солнечной радиации. Это влияние атмосферы на тепловой режим Земли называют *парниковым,* или *оранжерейным, эффектом*, вследствие внешней аналогии с действием стекол в парниках и оранжереях. Стекло хорошо пропускает солнечные лучи, нагревающие почву и растения, но задерживает тепловое излучение нагревшейся почвы и растений.

Разность между собственным излучением поверхности Земли и встречным излучением атмосферы называют *эффективным излучением.* Его определяют по формуле

$$E_{эф} = E_з - E_а. \qquad (3.4)$$

В ясные и малооблачные ночи эффективное излучение гораздо больше, чем в пасмурные, поэтому больше и ночное охлаждение земной поверхности. Днем оно перекрывается поглощенной суммарной радиацией, вследствие чего температура поверхности повышается. При этом растет и эффективное излучение. Земная

поверхность в средних широтах теряет за счет эффективного излучения 70-140 Вт/м^2, что составляетпримерно половину того количества тепла, которое она получает от поглощения солнечной радиации.

Разность между приходящими и уходящими потоками лучистой энергии называют *радиационным балансом земной поверхности (В)*.

Приходная часть радиационного баланса земной поверхности днем состоит из прямой солнечной и рассеянной радиации, а также излучения атмосферы. Расходной частью баланса являются излучение земной поверхности и отраженная солнечная радиация:

$$B = S' + D + E_a - E_З - RK. \quad (3.5)$$

Уравнение можно записать и в другом виде:

$$B = Q – RK - E_{эф}. \quad (3.6)$$

Для ночного времени уравнение радиационного баланса имеет следующий вид:

$$B = E_a - E_З \textit{ или } B = - E_{эф}. \quad (3.7)$$

Если приход радиации больше, чем расход, то радиационный баланс – положительный, и деятельная поверхность нагревается. При отрицательном балансе она охлаждается. Летом радиационный баланс днем – положительный, а ночью – отрицательный. Переход через ноль происходит утром примерно через 1 ч после восхода Солнца,а вечером за 1-2 ч до захода Солнца.

Годовой радиационный баланс в районах, где устанавливается устойчивый снежный покров, в холодное время года имеет отрицательные значения, а в теплое время года – положительные.

Изменчивость средних многолетних годовых сумм радиационного баланса на территории России, как и суммарной радиации, носит в целом широтный характер. В высоких широтах радиационный баланс суши в среднем близок к нулю, а на юге достигает 1500- 1700 МДж/(м^2 год).

Радиационный баланс земной поверхности существенно влияет на распределение температуры в почве и приземном слое атмосферы, а также на процессы испарения и снеготаяния, образование туманов и заморозков, изменение свойств воздушных масс (их трансформацию). Знание радиационного режима сельскохозяйственных угодий позволяет рассчитывать количество радиации, поглощенной посевами и почвой в зависимости от высоты Солнца, структуры посева, фазы развития растений. Данные о режиме необходимы и для оценки разных приемов регулирования температуры и влажности почвы, испарения, от которых зависят рост и развитие растений, формирование
урожая, его количество и качество.

Эффективными агрономическими приемами воздействия на радиационный и на тепловой режим деятельной поверхности является *мульчирование* (покрытие почвы тонким слоем торфяной крошки, перепревшим навозом, древесными опилками и др.), укрытие почвы полиэтиленовой пленкой, орошение. Все это изменяет отражательную и поглощательную способность деятельной поверхности.

Приборы для измерения солнечной радиации.

Приборы, измеряющие солнечную радиацию, делятся на абсолютные и относительные [5].

Приборы, изучающие характеристики солнечной, земной и атмосферной радиации, называются актинометрическими. Современные актинометрические приборы бывают:

- абсолютными (пиргелиометр, гелиограф), которые позволяют получать сведения о прямой солнечной радиации в калориях и продолжительности солнечного сияния в часах;
- относительными (все остальные приборы), с помощью которых можно получать лишь относительные значения радиации, которые затем необходимо переводить в абсолютные величины.

- Для измерения интенсивности потоков лучистой энергии на сети метеостанций и при полевых наблюдениях наиболее широко используют термоэлектрические приборы.
- Прямую солнечную радиацию *(S)* измеряют *актинометром* М-3, приемную поверхность устанавливают перпендикулярно солнечным лучам.
- Интенсивность суммарной *(Q),* рассеянной *(D)* и отраженной *(RK)* радиации измеряют *пиранометром* М-80М. При расположении приемной части вверх без затенения измеряют *Q,* при затенении – *D,* направив ее вниз – *RK.*
- Радиационный баланс деятельной поверхности измеряют балансомером *(*М-ЮМ*).*
- Сила тока, возникающего в термобатареях приемных поверхностей, пропорциональна интенсивности потоков радиации, измеряют ее с помощью стрелочного гальванометра. Для перевода делений шкалы гальванометра в абсолютные единицы (Вт/м^2) применяют переводные множители.
- Естественную освещенность, а также создаваемую лампами накаливания и люминесцентными лампами измеряют *люксметром* Ю- 16, действие которого основано на фотоэлектрическом эффекте.
- Продолжительность солнечного сияния, т.е. промежутков времени, в течение которых солнечный диск не закрыт облаками, регистрируют *гелиографом* ГУ-1. Стеклянный шар собирает падающие на него солнечные лучи в фокус. Прожог или следы прожога на специальной бумажной ленте показывают число часов солнечного сияния.

Актинометр термоэлектрический

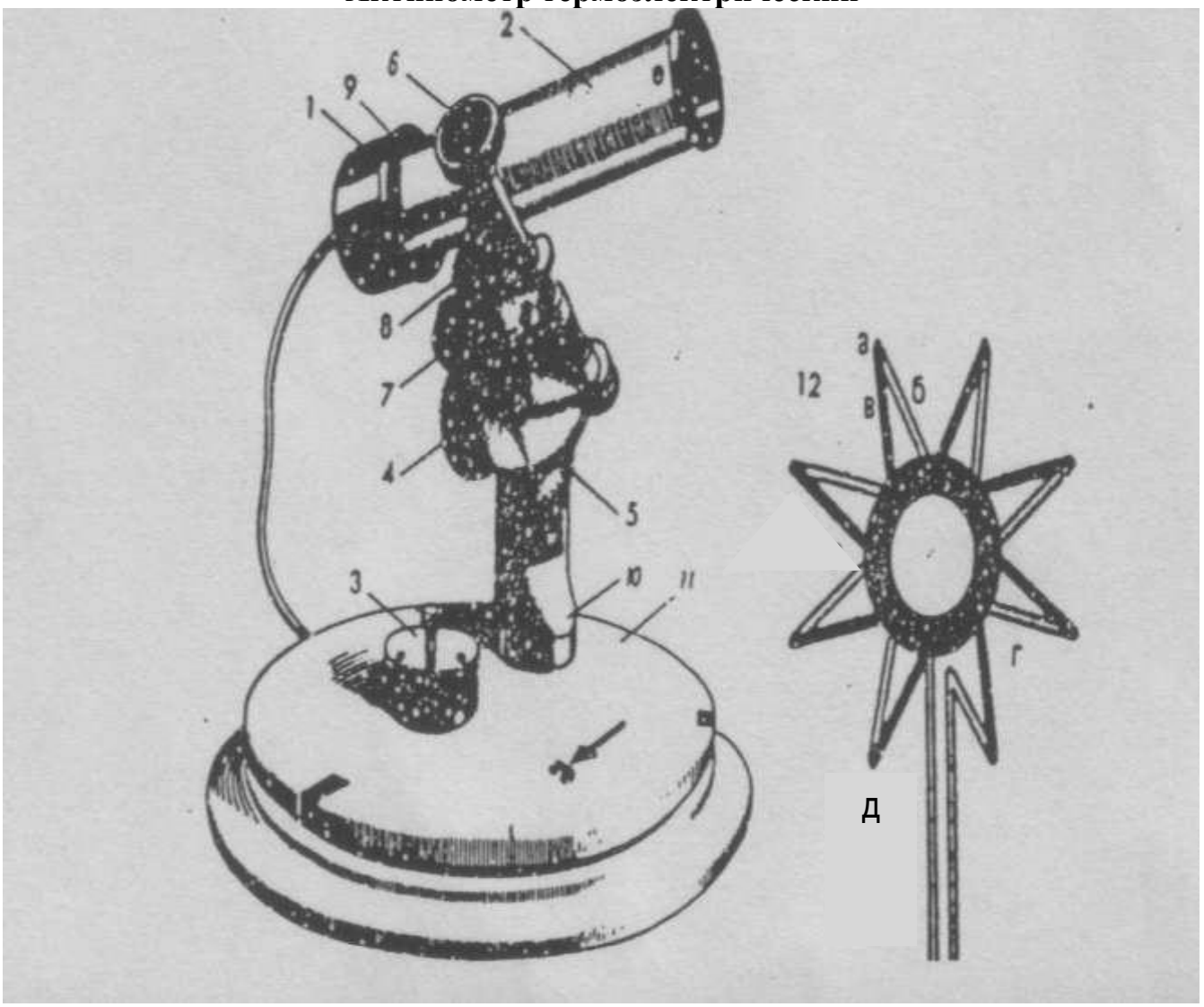


Рисунок 1 – Составные части актинометра термоэлектрического:

1 – чашка;
2 – трубка;
3 – крышка;
4 – винт;
5 – сектор широты;
6 – рукоятка;
7 – винт;
8 ось склонения;
9 экран на трубке
10 стойка прибора;
11 – подставка;
12 – принципиальная схема прибора;
а – термопара;
б – теплый термоспай;
в – холодный термоспай, доска из серебряной фольги;
г – медное кольцо;
д – провод.

Актинометр термоэлектрический Савинова-Янишевского является относительным прибором, поскольку при измерении прямой радиации не получает величину непосредственно в калориях, а рассчитывает по величине электрического тока, возникшего в термопарах под действием радиации и зафиксированного гальванометром, для чего полученное значение умножают на переводной множитель гальванометра (0,02 или 0,04).

Назначение: для измерения прямой солнечной радиации на перпендикулярную поверхность.

Принцип действия. Рассмотрим на рисунке 3.3 деталь 12. При точно наведенной трубке актинометра на солнце (при совмещении солнечного «зайчика» с черной точкой на экране трубки) прямые лучи солнца, падая на серебряный диск, нагревают активные термоспаи звездочки. Между теплыми (активными) спаями и холодными (пассивными) спаями создается разность температуры, благодаря чему в термопарах возникает термоэлектрический ток, фиксируемый гальванометром. Величина этого тока пропорциональна величине, поступающей на приемник прибора прямой солнечной радиации.

Правила установки. Устанавливается совместно с гальванометром на специальной актинометрической стойке на метеорологической площадке, исключая затенение, на открытом месте (к югу от затеняющих предметов).

Порядок наблюдения. Наблюдения начинают с нацеливания открытой трубки актинометра на солнце. Для этого необходимо совместить солнечный «зайчик» с черной точкой на конце трубки. Воздействие в течение 2-3 минут лучей солнца на приемник при открытой трубке дает возможность испариться влаге с зачерненной части звездочки. Затем при закрытой актинометрической трубке делают отсчет по гальванометру, определяя место нуля гальванометра (как правило, при закрытой трубке стрелка гальванометра не стоит на нуле шкалы). Затем, открыв крышку, закрывавшую трубку, выждав 1,5-2 минуты, делают подряд несколько отсчетов по шкале гальванометра. После чего вновь закрывают трубку крышкой, делают повторный отсчет места нуля гальванометра.

Пиранометр термоэлектрический

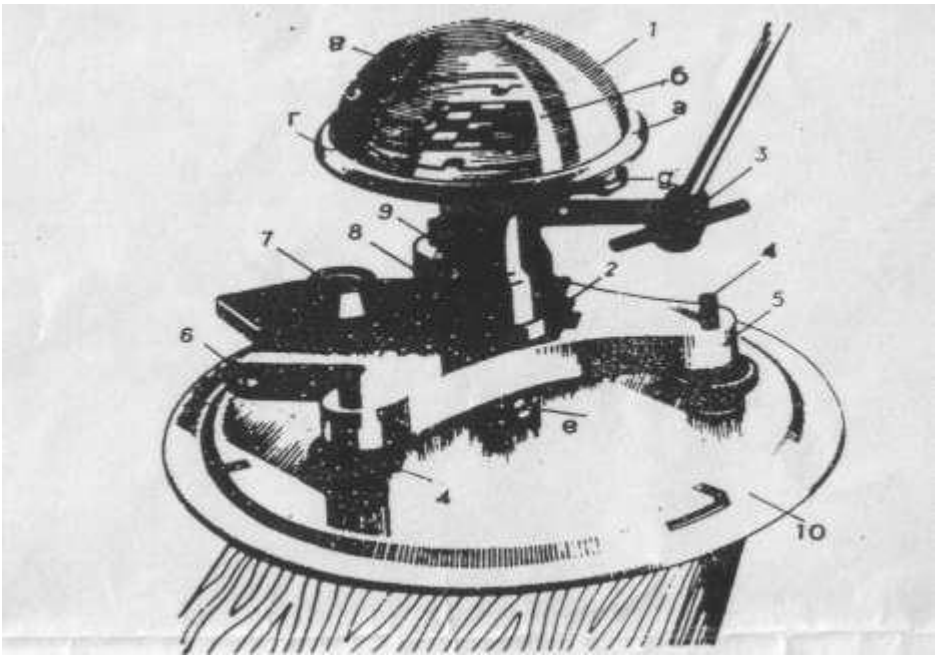


Рисунок 2 – Пиранометр термоэлектрический универсальный:

1– головка пиранометра;
2 – стопорная пружина;
3 – шарнир затенителя;
4 – установочные винты;
5 –основание прибора;
6 – шарнир откидной плиты;
7 – уровень;
8 – винт;
9 – стойка;
10 – основание футляра прибора.

а – корпус;
б – термоэлектрическая батарея;
в – полусферическийстеклянный колпак;
г – кольцо;
д – клеммы;
е – сушилка.

Назначение: для измерения суммарной и рассеянной радиации. Пиранометры бывают с квадратными размерами 20×20, 32×32, 40×40 мм и радиальными термобатареями, различающимися между собой лишь конструкцией приемной части и качеством термопар в батареях. Кроме того, универсальный термоэлектрический пиранометр М-80 (рис. 3.4) используется как *стационарный альбедометр* для измерения также отраженной радиации.

Принцип работы. Солнечная радиация, которая попадает на прибор, поглощается зачерненными спаями гораздо больше, чем белыми. В результате этого создается разность температур между зачерненными (теплыми) и белыми (холодными) термоспаями, которая пропорциональна величине радиации, попадающей на приемник. Разность температур в термопарах батареи приемника обусловливает появление термотока, который измеряется гальванометром. Величина

падающей на прибор радиации пропорциональна числу делений шкалы, на которое отклоняется стрелка гальванометра.

Правила установки прибора. Как и другие актинометрические приборы, прибор устанавливается на метеостанции на специальной подставке. С помощью специальных винтов и шарового уровня необходимо установить пиранометр в горизонтальное положение. При измерении суммарной радиации головка пиранометра должна быть обращена в сторону солнца. Для затемнения пиранометра (при измерении рассеянной радиации) рычаг с затемнителем должен быть обращен в сторону солнца.

Порядок наблюдений. Поскольку пиранометр также работает в паре с гальванометром, общий порядок отсчета аналогичен ранее описанному (см. наблюдения по актинометру). Таблица для записи данных также аналогична приведенной ранее таблице 3.1.

Благодаря устройству пиранометра им можно измерять три потока радиации:

а) при открытом приемнике – суммарную радиацию;

б) при затемнении приемника экраном – рассеянную радиацию; в) при повороте приемника к почве (прибор универсальный) –

отраженную радиацию.

Гелиограф универсальный

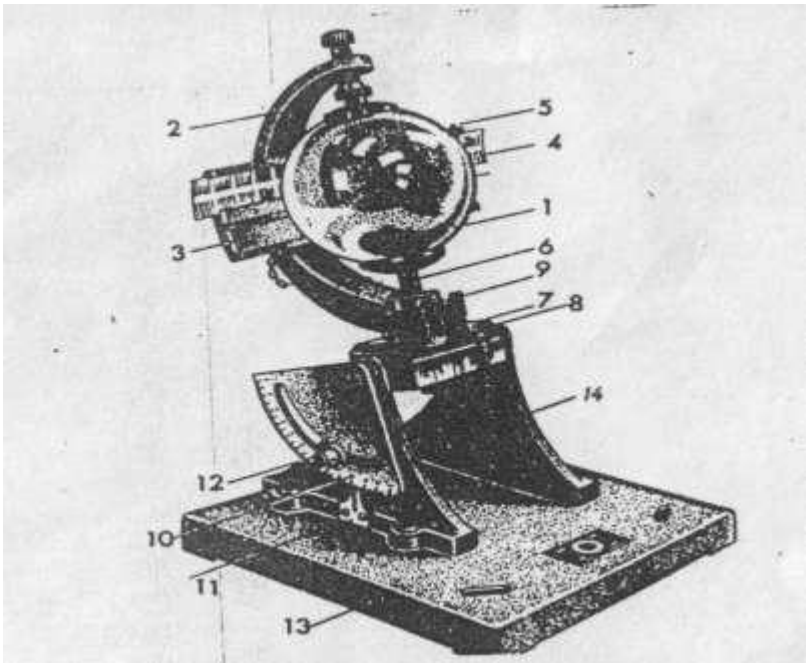


Рисунок 3 – Гелиограф универсальный:

1 – стеклянный цельнолитой шар; 2 – сферическая дуга; 3 – сферическая чашка; 4 – лента гелиографа; 5 – игла; 6 – ось стеклянного шара; 7 – поворотный диск (по горизонтали); 8 – указатель поворота прибора по горизонтали;

9 – фиксирующий штифт; 10 – сектор углов; 11–указатель широты; 12 – зажимный винт; 13 – чугунная плита; 14 – стойка

Назначение прибора: для автоматической регистрации в часах продолжительности солнечного сияния в течение дня. Существуетряд различных систем гелиографов: гелиограф Перса, гелиограф Марвина, гелиограф Величко, но наиболее удобен в пользовании универсальный гелиограф Кемпбела-Стокса.

Принцип работы. Собранные стеклянным шаром прямые лучи в один узкий пучок (фокус), падая на ленту гелиографа, прожигают ее. По мере перемещения в течение дня фокуса на ленте остается линия прожога, длина которой показывает продолжительность солнечного сияния, переведенного в часы по шкале ленты. При переменной облачности на шкале образуются разрывы в линии. Примечательно, что благодаря сектору широты гелиограф может фиксировать продолжительность солнечного сияния в любом месте Земли.

Установка прибора. Устанавливается на метеорологической площадке на столбе высотой не менее 2 м.

Лучистая энергия и растения

Лучистая радиация состоит из электромагнитных волн различной длины *(λ)*. В актинометрии эту длину чаще всего выражают в микрометрах (1 мкм = 10-6 м), а иногда в нанометрах (1 нм = 10-9 м).

Потоки лучистой энергии по длине волн условно делят на *коротковолновую (λ* ≤ 4 мкм) и *длинноволновую (λ* > 4 мкм) радиацию. Спектр солнечной радиации на границе земной атмосферы практически заключается между длинами волн 0,17 и 4 мкм, а земного и атмосферного излучения – от 4 до 120 мкм. Следовательно, потоки солнечного излучения *(S, D, RK)* относятся к коротковолновой радиации, а излучение Земли (Е3) и атмосферы (Еа) – к длинноволновой [6].

Спектр солнечной радиации можно разделить на три качествен- но различные части: ультрафиолетовую *(λ* < 0,40 мкм), видимую (0,40 мкм < *λ* < 0,75 мкм) и ближнюю инфракрасную (0,76 мкм < *λ* < 4 мкм). До ультрафиолетовой части спектра солнечной радиации лежит рентгеновское излучение, а за инфракрасной частью спектра – радиоизлучение Солнца. На верхней границе атмосферы на ультрафиолетовую часть спектра приходится около 7% энергии солнечного излучения, 46% – на видимую и 47% – на инфракрасную часть спектра.

Радиацию, излучаемую Землей и атмосферой, называют дальней инфракрасной радиацией.

Биологическое действие разных видов радиации на растения различно. Ультрафиолетовая радиация замедляет ростовые процессы, но ускоряет прохождение этапов формирования репродуктивных органов у растений.

Значение ближней инфракрасной радиации, которая активно поглощается водой листьев и стеблей растений, состоит в ее тепловом эффекте, что существенно влияет на рост и развитие растений.

Дальняя инфракрасная радиация производит лишь тепловое действие на растения. Ее влияние на рост и развитие растений –несущественно.

Видимая часть солнечного спектра, во-первых, создает освещенность. Во-вторых, с областью видимой радиации почти совпадает (захватывая частично

область ультрафиолетовой радиации) так называемая физиологическая радиация (λ = 0,35-0,75 мкм), которая поглощается пигментами листа. Ее энергия имеет важное регуляторно-энергетическое значение в жизни растений. В пределах этого участка спектра выделяется область фотосинтетически активной радиации.

В процессе фотосинтеза используется не весь спектр солнечной радиации, а только его часть, находящаяся в интервале длин волн 0,38-0,71 мкм, – *фотосинтетически активная радиация* (ФАР).

Известно, что видимая радиация состоит из цветных лучей: красных, оранжевых, желтых, зеленых, голубых, синих и фиолетовых [7].

Усвоение энергии солнечной радиации листьями растений селективно (избирательно). Наиболее интенсивно листья поглощают сине-фиолетовые (λ = 0,48-0,40 мкм) и оранжево-красные лучи (λ –0,65-0,68 мкм), менее – желто-зеленые (λ = 0,58-0,50 мкм) и дальние красные лучи (λ > 0,69 мкм).

У земной поверхности максимум энергии в спектре прямой солнечной радиации, когда Солнце находится высоко, приходится на область желто-зеленых лучей (диск Солнца желтый). Когда же Солнце располагается у горизонта, максимальную энергию имеют дальние красные лучи (солнечный диск красный). Поэтому энергия прямого солнечного света мало участвует в процессе фотосинтеза.

Как отмечалось выше, прямая солнечная радиация, проходя через атмосферу, частично рассеивается. В чистом и сухом воздухе интенсивность коэффициента молекулярного рассеяния подчиняется закону Релея:

$$K = C\lambda^4, \qquad (4.1)$$

где С – коэффициент, зависящий от числа молекул газа в единице объема; λ — длина рассеиваемой волны.

Поскольку длина дальних волн красного света почти вдвое больше длины волн фиолетового света, первые рассеиваются молекулами воздуха в 14 раз меньше, чем вторые. Так как первоначальная энергия (до рассеяния) фиолетовых лучей меньше, чем синих и голубых, то максимум энергии в рассеянном свете (рассеянной солнечной радиации) смещается на сине-голубые лучи, что и обусловливает голубой цвет неба. Таким образом, рассеянная радиация более богата фотосинтетическими активными лучами, чем прямая.

В воздухе, содержащем примеси (мелкие капельки воды, кристаллики льда, пылинки и т.д.), рассеяние одинаково для всех участков видимой радиации. Поэтому небо приобретает белесоватый оттенок (появляется дымка). Облачные элементы (крупные капельки и кристаллики) вообще не рассеивают солнечные лучи, а диффузно их отражают. В результате облака, освещенные Солнцем, имеют белый цвет.

Так как ФАР является одним из важнейших факторов продуктивности сельскохозяйственных растений, информация о количестве поступающей ФАР, учет ее распределения по территории и во времени имеют большое практическое значение.

Интенсивность ФАР можно измерить, но для этого необходимы специальные светофильтры, пропускающие только волны в диапазоне 0,38-0,71 мкм. Такие приборы есть, но на сети актинометрических станций их не

применяют, а измеряют интенсивность интегрального спектра солнечной радиации. Значение ФАР можно рассчитать по данным о приходе прямой, рассеянной или суммарной радиации с помощью коэффициентов, предложенных Б. И. Гуляевым, Х. Г. Тоомингом и Н. А. Ефимовой:

$$Q_{\text{фар}} = 0{,}435' + 0{,}57\ D; \quad (4.2)$$

$$Q\ \text{ФАР} = 0{,}52\ Q. \quad (4.3)$$

Н. А. Ефимовой составлены карты распределения месячных и годовых сумм $Q_{\text{фар}}$ на территории России.

Для характеристики степени использования посевами ФАР при меняют коэффициент полезного использования ФАР:

$$\text{КПИ}_{\text{фар}} = (\sum Q'_{\text{фар}} : \sum Q_{\text{фар}}) \cdot 100\%, \quad (4.4)$$

где $\sum Q'_{\text{фар}}$ р – сумма ФАР, затрачиваемая на фотосинтез за период вегетации растений;

$\sum Q'_{\text{фар}}$ – сумма ФАР, поступающая на посевы за этот период;

$$\sum Q\ \text{фар} = q\ M; \quad (4.5)$$

где q – калорийность единицы сухого органического вещества,

q – $1{,}8 \cdot 10^3 ... 20 \cdot 10^3$ МДж/т;

M – урожайность сухой биомассы в целом или в ее хозяйственно ценной части.

Посевы по их средним значениям КПИФАР разделяют на группы (по Ничипоровичу А. А.):

обычно наблюдаемые – 0,5-1,5 %;хорошие – 1,5-3,0%;

рекордные – 3,5-5,0%;

теоретически возможные – 6,0-8,0%.

Живые организмы чутко реагируют на изменение интенсивности освещенности, создаваемой солнечным излучением. Вследствие различной реакции на интенсивность освещенности все формы растительности делят на *светолюбивые и теневыносливые*. Недостаточная освещенность в посевах обусловливает, например, слабую дифференциацию тканей соломины зерновых культур. В результате уменьшаются крепость и эластичность тканей, что часто приводит к полеганию посевов. В загущенных посевах кукурузы из-за слабой освещенности солнечной радиацией ослабляется образование початков на растениях [7].

Солнечная радиация влияет на химический состав сельскохозяйственной продукции. Например, сахаристость свеклы и плодов, содержание белка в зерне пшеницы непосредственно зависят от числа солнечных дней. Количество масла в семенах подсолнечника, льна также возрастает с увеличением прихода солнечной радиации.

Освещенность надземной части растений существенно влияет напоглощение корнями питательных веществ. При слабой освещенности замедляется перевод ассимилянтов в корни, и в результате тормозятся биосинтетические процессы, происходящие в клетках растений. Освещенность влияет и на появление, распространение и развитие болезней растений. Период заражения состоит из двух фаз, различающихся между собой по реакции на световой фактор. Первая из

них – прорастание спор и проникновение заразного начала в ткани поражаемой культуры – в большинстве случаев не зависит от наличия и интенсивности света. Вторая – после прорастания спор – наиболее активно проходит при повышенной освещенности.

Положительное действие света сказывается также на скорости развития патогена в растении-хозяине. Особенно четко это проявляется у ржавчинных грибов. Чем больше света, тем короче инкубационный период у линейной ржавчины пшеницы, желтой ржавчины ячменя, ржавчины льна и фасоли и т.д. А это увеличивает число генераций гриба и повышает интенсивность поражения. В условиях интенсивного освещения у этого патогена возрастает плодовитость.

Некоторые заболевания наиболее активно развиваются при недостаточном освещении, вызывающем ослабление растений и снижение их устойчивости к болезням (возбудителям разного рода гнилей, особенно овощных культур).

Освещенность измеряют в люксах (лк), килолюксах (клк);1 клк = 103 лк. Освещенность может меняться в течение ясного летнего дня от нескольких сотен люкс (500-700 лк) до нескольких десятков тысяч люкс (90-100 тыс. лк). В малооблачную погоду при больших высотах Солнца освещенность увеличивается до 130-140 тыс. лк.

Можно получить информацию о световом режиме того или иного географического пункта без постановки специальных наблюдений за освещенностью, пересчитав данные актинометрических измерений интенсивности солнечной радиации в киловаттах на 1 $м^2$ с использованием коэффициента – *светового эквивалента радиации.*

Для рассеянной радиации световой эквивалент для всех высот Солнца равен 117 клк $м^2$/кВт при облачности 0-6 баллов и 103 клк $м^2$/кВт при облачности 7-10 баллов. Для приближенных оценок (с погрешностью около 10%) можно пользоваться одним значением светового эквивалента при любой облачности и всех высотах Солнца больше 10^0 : 93 клк $м^2$/кВт – для прямой, 100 – для суммарной, 107 клк $м^2$/кВт – для рассеянной радиации.

От количества поступающей солнечной радиации зависит интенсивность многих процессов, протекающих в растениях, в частности фотосинтеза.

Зависимость интенсивности фотосинтеза от прихода ФАР характеризуется так называемыми *световыми кривыми* фотосинтеза и газообмена, имеющими в общем виде гиперболическую форму.

Установлено, что для накопления органического вещества растений необходимо, чтобы интенсивность освещенности превышала определенное значение, называемое *компенсационной точкой.* Это уровень ФАР, при котором интенсивность фотосинтеза равна интенсивности дыхания (поглощение $C0_2$ уравновешивается его выделением). Для светолюбивых растений, к которым относятся сельскохозяйственные культуры, значение компенсационной точки находится в пределах интенсивности ФАР 20-35 Вт/$м^2$ (2000-3500 лк). Ниже указанного значения расход органического вещества на дыхание больше, чем его образование в процессе фотосинтеза.

Установлена зависимость интенсивности фотосинтеза [мг $C0_2$ /($дм^2$ ч)] от количества поступающей солнечной радиации. При увеличении интенсивности

ФАР от компенсационной точки до 100 Вт/м^2 для теневыносливых и до 210-280 Вт/м^2 для светолюбивых растений продуктивность фотосинтеза растет. При дальнейшем увеличении ФАР (> 280 Вт/м^2) и среднем содержании $C0_2$ в воздухе(0,03 %) фотосинтез не возрастает. При этих значениях радиации наступает *световое насыщение фотосинтеза.*

Состояние, когда при увеличении ФАР интенсивность фотосинтеза для данных условий удерживается на одном максимальном уровне, называют *уровнем «плато».* В дневное время ФАР на верхнейгранице фитоценоза обычно превышает эти значения, но внутри посевов и насаждений, а также в теплицах в пасмурные дни интенсивность ФАР бывает недостаточной. Особенно это проявляется в густых, развитых посевах, что приводит к ослаблению фотосинтеза и к снижению продуктивности посевов.

Ритм солнечной радиации (чередование светлой и темной части суток) является наиболее устойчивым и повторяющимся из года в годфактором внешней среды. В результате многолетних исследований физиологами установлена зависимость перехода растений к генеративному развитию от определенного соотношения длины дня и ночи. В связи с этим культуры по фотопериодической реакции можно классифицировать по группам:

- *короткого дня*, развитие которых задерживается при продолжительности дня больше 10-12 ч. Короткий день способствует закладке цветков, а длинный день препятствует этому. К таким культурам относятся соя, рис, просо, сорго, кукуруза и др.
- *длинного дня*, требующие для своего развития продолжительного освещения. Их развитие ускоряется, когда продолжительность дня составляет около 20 ч. К этим культурам относятся рожь, овес, пшеница, лен, горох, шпинат, клевер и др.;
- *нейтральные по отношению к длине дня*, развитие которых не зависит от продолжительности дня, например, томат, гречиха, бобовые, ревень.

Различные сорта культур как длинного, так и короткого дня в зависимости от других факторов по-разному реагируют на длину дня и ночи. В целом же растения длинного дня приспособлены к условиям высоких широт, а короткого дня – к условиям низких широт.

Установлено, что для начала цветения растений необходимо преобладание в лучистом потоке определенного спектрального состава. Растения короткого дня быстрее развиваются, когда максимум излучения приходится на сине-фиолетовые лучи, а растения длинного дня – когда максимум излучения приходится на красные лучи. Особенно сильно проявляется реакция растений по отношению к спектральному составу радиации при отклонении продолжительности дня от оптимальной.

Связь между длиной дня и фотопериодической реакцией растений исследуют в опытах с географическими посевами культур и в опытах с различными сроками сева, а также в фитотронах, позволяющих устанавливать любую продолжительность дня.

Суточная продолжительность освещения земной поверхности Солнцем

определяется вращением Земли вокруг своей оси, наклоном этой оси к плоскости земной орбиты, широтой места и склонением Солнца. Вращение Земли обусловливает смену дня и ночи, остальные факторы вызывают изменение длины дня и ночи в течение года.

Продолжительность светлой части суток (астрономическая длина дня) зависит от времени года и географической широты. На экваторе продолжительность дня в течение всего года равна 12 ч + 30 мин. При продвижении от экватора к полюсам после весеннего равноденствия (21.03) длина дня увеличивается к северу и уменьшается к югу. После осеннего равноденствия (23.09) распределение продолжительности дня – обратное. В Северном полушарии на 22.06 приходится самый длинный день, продолжительность которого севернее Полярного круга равна 24 ч. Самый короткий день в Северном полушарии 22,12, а за Полярным кругом в зимние месяцы Солнце вообще не поднимается над горизонтом. А в средних широтах, например, в Москве, продолжительность дня в течение года меняется от 7 до 17,5 ч.

При определении астрономической длины дня не учитывается вечерний переходный период от захода Солнца до наступления ночной темноты (вечерние сумерки) и утренний переходный период от окончания темноты до восхода Солнца (утренние сумерки – рассвет). Во время сумерек освещенность меняется от 650 до 1,0-0,1 лк в зависимости от облачности.

Для растений приход рассеянной радиации в некоторую часть сумерек еще имеет физиологическое значение. Поэтому целесообразно учитывать физиологически значимую для растений длину дня, тем более что в северных районах продолжительность сумерек летомможет достигать нескольких часов.

При увеличении продолжительности дня в северных широтах в вегетационный период удлиняется период фотосинтеза растений. В результате луговые травы и кормовые культуры накапливают в течение короткого лета большую растительную массу. В защищенном грунте (парники, теплицы) даже на Крайнем Севере создается возможность для выращивания овощей.

Продолжительность освещения имеет большое значение для продуктивности сельскохозяйственных культур и качества продукции, например для сахаристости сахарной свеклы, содержания масла в семенах масличных культур и т.д.

Продолжительность освещения влияет и на развитие болезней растений. Установлено, что большинство патогенов лучше развивается в условиях нормального суточного хода освещенности, чем при непрерывном действии света. При увеличении продолжительности освещения ускоряется развитие растений и возрастает их устойчивость к болезням. Например, оптимальные условия для развития желтой ржавчины создаются при 12-часовом освещении, мучнистой росы яровой пшеницы – при 8-часовом световом дне, а клевер заражается фузариозом лишь при минимуме продолжительности дневного освещения, причем наиболее сильно болезнь развивается в условиях рассеянного освещения.

Посев культурных растений представляет собой сложную оптическую систему, перераспределяющую поток солнечной радиации.

Падающая на растительный покров суммарная радиация вступает во

взаимодействие с фитоэлементами (отражение, рассеивание, поглощение). В результате этого изменяются плотность потока радиации, пространственная структура и ее спектральный состав. Эти изменения зависят от высоты Солнца и геометрической структуры агрофитоценоза, оптических свойств фитоэлементов и спектрального состава падающей радиации.

В плотных посевах высокорослых культур, образующих сомкнутую поверхность (кукуруза на силос, сахарный тростник и др.), 20-25% поступающей радиации отражается, 40-60% поглощается верхним ярусом листьев, какая-то часть радиации рассеивается внутри посева, а какая-то проходит вниз через листовые пластинки, как через фильтр. В несомкнутом посеве солнечная радиация проходит до нижних ярусов листьев и даже до поверхности почвы без ослабления. Пропускание радиации зависит также от ориентации листьев.

При больших высотах Солнца (> 35°) прямая радиация больше проникает в глубину посева, если ориентация листьев близка к вертикальной направленности, и меньше, если их ориентация приближается к горизонтальной. При малой высоте Солнца пропускание радиации больше, если расположение листьев горизонтальное.

Одновременно с этим меняется и спектральный состав радиации. В нижнем ярусе густых посевов преобладают зеленые и дальние инфракрасные лучи, которые, как отмечалось выше, в фотосинтезе практически не участвуют.

Интенсивность фотосинтетически активной радиации в густых посевах большую часть дня может быть ниже компенсационной точки. По данным В. В. Поповой (1987), в травостое люцерны высотой 30 см в нижнем ярусе листьев (10-20 см над почвой) утром интенсивность освещенности переходит через компенсационную точку на 2 ч позже, чем в верхнем слое. И даже при сильной инсоляции фотосинтез в этом ярусе листьев составляет лишь около 3 % интенсивности фотосинтеза на поверхности травостоя, а продуктивность этого яруса достигает немногим более 10% полной продуктивности. В посевах подсолнечника в околополуденные часы поглощение ФАР листьями верхних ярусов составляет около 50%, а нижних – около 5% поступающей радиации.

Основной показатель, определяющий поглощение и пропускание ФАР в посевах и насаждениях, – отношение площади листовой поверхности к площади поля *L*. Поглощение ФАР посевом возрастает с увеличением *L*. Наибольшее поглощение наступает при $L = 4$, что соответствует 40 000 м^2 листовой поверхности на 1 га. При $L > 4$ поглощение практически уже не увеличивается.

Радиационный режим в теплицах и парниках на солнечном обогреве существенно отличается от режима в посевах открытого грунта. Стеклянная крыша частично отражает и задерживает солнечную радиацию (в сумме около 30%). Часть радиации, проникшей в теплицу, затрачивается на нагревание поверхности почвы и воздуха в теплице (около 30%) и лишь около 40% идет на транспирацию, фотосинтетическую деятельность и другие процессы. При значительной высоте и густоте растений освещенность среди них по сравнению с открытым грунтом резко снижается от верхнего яруса листьев к нижним. В пасмурную погоду естественное освещение в теплице может быть недостаточным,

поэтому используют люминесцентные лампы, свет которых по спектру близок к дневному. В нем мало инфракрасных лучей, что делает свет «холодным» и не вызывает перегрева растений.

Вопросы для самоконтроля

1. Потоки лучистой энергии.
2. Земное излучение.
3. Атмосферное излучение.
4. Рассеянная радиация.
5. Суммарная радиация.
6. Законы излучения.
7. Альбедо, эффективное излучение.
8. Радиационный баланс земля-атмосфера.
9. Годовой радиационный баланс.
10. Радиационного режима сельскохозяйственных угодий.
11. Биологическое значение лучистой энергии.\
12. Фотосинтетически активная радиация.
13. Освещенность и растения.
14. Продолжительность освещения и растения.
15. Приборы для измерения лучистой энергии.
16. Радиационный режим посевов и теплиц.
17. Использование солнечной радиации в сельском хозяйстве.
18. Гелиоустановки типа «горячий ящик».
19. Метод выбора направления рядов, гребней.
20. Спектр солнечной радиации.

5. ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВЫ И ВОЗДУХА.

Тепловые свойства почвы.

Лучистая энергия в деятельном слое преобразуется в тепловую энергию. При положительном радиационном балансе (днем, летом) часть этого тепла затрачивается на нагревание деятельного слоя, часть – на нагревание приземного воздуха, растений, а часть – на испарение воды с почвы и растений. Когда радиационный баланс отрицательный (ночью, зимой), затраты тепла, связанные с эффективным излучением деятельной поверхности, компенсируются приходом тепла из деятельного слоя, от воздуха, часть тепла выделяется при конденсации (сублимации) водяного пара на деятельной поверхности. Этот приход и расход энергии на деятельной поверхности выражаются уравнением теплового баланса:

$$B=A+P+LE, \qquad (5.1)$$

где B – радиационный баланс деятельной поверхности; A –потоктепла между деятельной поверхностью и нижележащими слоями; P – поток тепла между

поверхностью и приземным слоем воздуха; *LE* – поток тепла, связанный с фазовыми преобразованиями воды (испарение – конденсация).

Другие составляющие теплового баланса земной поверхности (потоки тепла от энергии ветра, приливов, от выпадающих осадков, расход энергии на фотосинтез и др.) значительно меньше указанных ранее членов баланса, поэтому их можно не принимать во внимание.

Смысл уравнения заключается в уравновешивании радиационного баланса земной поверхности нерадиационной передачей тепла.

Соотношение между нерадиационными потоками тепла зависит от характера подстилающей поверхности. Например, на водоемах днем основные затраты связаны с испарением и нагревом деятельного слоя и мало тепла отдается воздуху. На суше наименьшее значение имеет теплообмен в деятельном слое, соотношение же между *P* и *LE* зависит от влажности почвы. На хорошо увлажненных посевах, где деятельным слоем является и сам растительный покров, затраты тепла на испарение больше, чем на нагревание воздуха. Если почва в посевах слабо увлажнена, то радиационное тепло затрачивается в основном на нагревание растений и воздуха.

Суточный ход составляющих теплового баланса в районе Санкт-Петербурга показан на рисунке 5.1.

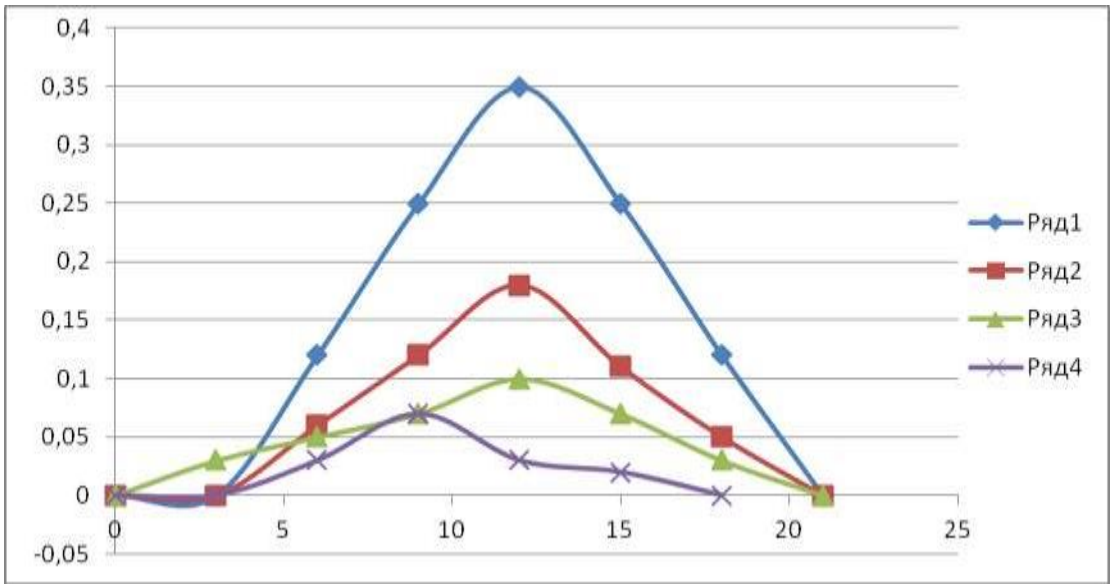


Рисунок 3 – Суточный ход теплового баланса:
B – радиационный баланс деятельной поверхности, ряд 1; *A* – поток тепла между деятельной поверхностью и нижележащими слоями, ряд 2; *P* – поток тепла между поверхностью и приземным слоем воздуха ряд 3; *LE* – поток тепла, связанный с фазовыми преобразованиями воды (испарение- конденсация), ряд 4

На рисунке видно, что изменения тепловых потоков в течение суток следуют за ходом радиационного баланса, который является главным членом уравнения теплового баланса. Лишь максимум потока тепла в деятельном слое *(А)* наблюдается в утренние часы. Подобные же закономерности отмечаются и в годовом ходе составляющих теплового баланса.

Из того, что тепловой баланс земной поверхности равен нулю, не следует, что температура поверхности не меняется. Когда передача тепла направлена вниз *(+А),* то значительная часть тепла, приходящая к поверхности сверху, остается в деятельном слое. Температура этого слоя и деятельной поверхности при этом возрастает. А при передаче тепла через земную поверхность снизу вверх *(-А)* тепло в атмосферу уходит прежде всего из деятельного слоя, вследствие чего температура поверхности понижается.

За температурой поверхности почвы и температурой на различной глубине наблюдают на некоторых метеорологических станциях уже свыше 100 лет. Обработка этих данных позволила установить закономерности изменения температуры почвы в течение суток и года.

Дневное нагревание и ночное охлаждение поверхности почвы вызывают суточные колебания ее температуры. Суточный ход температуры обычно наблюдается по одному максимуму и минимуму. Минимум температуры поверхности почвы при ясной погоде наблюдается перед восходом Солнца, когда радиационный баланс еще отрицателен, а обмен теплом между воздухом и почвой незначителен. С восходом Солнца, по мере увеличения радиационного баланса температура поверхности почвы возрастает. Максимум температуры наблюдается около 13 ч, затем температура начинает понижаться [8].

В отдельные дни указанный суточный ход температуры почвы нарушается под влиянием облачности, осадков и других факторов. При этом максимум и минимум могут смещаться на другое время.

Разность между максимумом и минимумом в суточном или годовом ходе называется *амплитудой* хода температуры.

На амплитуду суточного хода температуры поверхности почвы влияют следующие факторы:

- время года: летом амплитуда наибольшая, зимой –наименьшая;
- географическая широта: амплитуда связана с полуденной высотой Солнца, которая возрастает в направлении от полюса к экватору, поэтому в полярных районах амплитуда незначительна, а в тропических пустынях, где к тому же велико эффективное излучение, она достигает 50-60°С;
- рельеф местности: по сравнению с равниной южные склоны нагреваются сильнее, северные – слабее, а западные – несколько сильнее восточных, соответственно изменяется и амплитуда;
- растительный и снежный покров: амплитуда суточного хода под этими покровами меньше, чем при их отсутствии, так как они уменьшают нагрев и охлаждение поверхности почвы;
- цвет почвы: амплитуда суточного хода температуры поверхности

темных почв больше, чем светлых, поскольку поглощение и излучение радиации у первых больше, чем у вторых;

- состояние поверхности: рыхлые почвы имеют большую амплитуду, чем плотные; в плотных почвах поглощенное тепло распространяется вглубь, а в рыхлых остается в верхнем слое, поэтому последние больше нагреваются;
- влажность почвы: на поверхности влажных почв амплитуда меньше, чем на поверхности сухих; во влажных почвах поглощенное тепло, как и в плотных почвах, распространяется вглубь, а часть тепла затрачивается на испарение, вследствие этого они меньше нагреваются, чем сухие;
- облачность: в пасмурную погоду амплитуда значительно меньше, чем в ясную, так как облачность уменьшает дневной прогрев и ночное охлаждение деятельной поверхности.

Годовой ход температуры поверхности почвы определяется различным приходом солнечной радиации в течение года.

Наименьшие температуры на поверхности почвы обычно наблюдаются в январе-феврале, наибольшие – в июле или августе.

На амплитуду годового хода температуры поверхности почвы влияют те же факторы, что и на амплитуду суточного хода, за исключением широты места. Амплитуда годового хода в отличие от суточного хода возрастает с увеличением широты. В экваториальной зоне она в среднем составляет 2-3°С, а в полярных районах материков превышает 70°С (Якутия), так как в низких широтах высота Солнца в течение года меняется мало.

Между поверхностью почвы и ее нижележащими слоями происходит непрерывный обмен теплом. Передача тепла в почву осуществляется главным образом за счет молекулярной теплопроводности.

Нагревание и охлаждение почвы в основном зависят от ее теплофизических характеристик: теплоемкости и теплопроводности.

Теплоемкость – количество тепла, необходимое для повышения температуры почвы на 1°С. Различают удельную и объемную теплоемкость.

Удельной теплоемкостью ($С_{уд}$) называют количество тепла, необходимое для нагревания 1 кг почвы на 1°С.

Объемной теплоемкостью ($С_{об}$) называют количество тепла, необходимое для нагревания 1 $м^3$ почвы на Г С. В СИ удельная теплоемкость выражается в Дж/(кг К), объемная – в Дж/($м^3$·К).

Между объемной и удельной теплоемкостями существует соотношение

$$С_{Об} = С_{удр} Р, \qquad (5.2)$$

где р – плотность почвы, кг/$м^3$.

Для различных минеральных и органических компонентов почвы объемная теплоемкость почти одинакова и составляет $2{,}0 \cdot 10^3$...$2{,}7\ 10^3$ кДж/($м^3$·К). Поэтому очевидно, что теплоемкость различных почв зависит не столько от состава твердой части почвы, сколько от количества воздуха и воды, находящихся в порах, так как теплоемкость воды равна $4{,}2 \cdot 10^3$ кДж/($м^3$·К), а теплоемкость воздуха – 1,2 кДж/($м^3$·К). Следовательно, при одинаковом притоке или отдаче тепла

сухие почвы нагреваются или охлаждаются больше и быстрее, чем влажные.

Способность почвы передавать тепло от слоя к слою называют теплопроводностью.

Мерой теплопроводности почвы служит *коэффициент теплопроводности* (А), который в СИ численно равен количеству тепла, Дж, проходящего за 1 с через основание столба почвы сечением 1 $м^2$ и высотой 1 м, если разность температур на верхнем и нижнем его основаниях равна 1°С. Единицей измерения *X* в СИ являетсяВт/(м·К).

Коэффициент теплопроводности твердой части почвы изменяется от 0,25 до 8,80 Вт/(м·К) (см. табл. 5.1). Поскольку коэффициент теплопроводности воды в 20 раз больше, чем воздуха, теплопроводность почвы в значительной степени зависит от влажности и пористости почвы.

Коэффициент теплопроводности с увеличением влажности почвы от 2 до 8% возрастает очень быстро, а затем замедляется, так как с увеличением влажности теплопроводность почвы приближается к теплопроводности воды, которая меньше теплопроводности минеральных частей почвы.

С увеличением пористости теплопроводность почвы уменьшается, так как теплопроводность твердых частей почвы более чем в 100раз больше молекулярной теплопроводности воздуха.

Для оценки быстроты выравнивания температуры в слое почвы используют понятие *температуропроводность.* Мерой температуропроводности почвы служит *коэффициент температуропроводности* ($м^2$/с), который характеризует скорость распространения тепла в почве и определяется отношением коэффициента теплопроводности *л* кее объемной теплоемкости:

$$T = A / C_{Об}. \qquad (5.3)$$

Коэффициент температуропроводности почвы зависит главным образом от соотношения содержания в ней воздуха и воды. Поскольку температуропроводность воздуха ($к_в$ = 21·10~6 $м^2$/с) значительно больше, чем воды *(к,* = 0,14·10~6 $м^2$/с), то сухие почвы быстрее прогреваются и охлаждаются, чем влажные. При малых значениях влажности почвы коэффициент температуропроводности растет быстро, затем по мере увеличения влажности рост замедляется. Это связано с тем, что изменение температуропроводности является результатомсовместного изменения теплопроводности и теплоемкости.

Теплофизические характеристики почвы также зависят от ее плотности. С уменьшением плотности теплоемкость и теплопроводность сухих почв снижаются. Поэтому разрыхленные почвы в пахотном слое днем – теплее, чем плотные, а ночью –холоднее. Кроме того, разрыхленная почва имеет большую удельную поверхность, чем плотная, и поэтому днем поглощает больше радиации, а ночью интенсивнее излучает тепло.

К распространению тепла в почве применима общая теория молекулярной теплопроводности, предложенная в свое время Фурье, и законы распространения тепла в почве носят название законов Фурье.

1. Независимо от типа почвы период колебаний температуры с глубиной не изменяется. Это значит, что как на поверхности почвы, так и на всех глубинах

интервал между двумя последовательными максимумами и минимумами температуры в суточном ходе составляет 24 ч, а в годовом – 12 мес.

2. Возрастание глубины в арифметической прогрессии приводит к уменьшению амплитуды в геометрической прогрессии.

Так, если на поверхности суточная амплитуда равна 30°С, на глубине 20 см – 5°С, то на глубине 40 см она будет уже менее 1°С.

На глубине 70-100 см независимо от типа почвы суточная амплитуда практически равна нулю. С этой глубины начинается *слой постоянной суточной температуры.*

Годовые колебания температуры распространяются в глубину с уменьшением амплитуды по тому же закону. Амплитуды годовых колебаний убывают почти до нуля на глубине 15-20 м в средних широтах, около 10 м – в южных и 30 м – в полярных широтах. С этих глубин начинается *слой постоянной годовой температуры.*

Слой почвы (включая растительность), в котором наблюдается суточный и годовой ход температуры, называют *активным*, или *деятельным, слоем.*

Максимальные и минимальные температуры на глубинах наступают позднее чем на поверхности, причем запаздывание прямо пропорционально глубинам. Суточные максимумы и минимумы запаздывают на каждые 10 см глубины в среднем на 2,5-3,5 ч, а годовые – на каждый 1 м глубины на 20-30 сут. Например, если в суточном ходе минимальная температура поверхности почвы наступает в 6 ч, а максимальная – в 13 ч, то на глубине 10 см минимальная температура отмечается примерно в 9 ч, а максимальная – около 16 ч.

Наблюдения показывают, что фактическое распространение тепла в почве достаточно близко соответствует этим законам.

Усложнения связаны главным образом с неоднородностью состава и структуры почвы на разных глубинах. Кроме того, тепло распространяется в глубину почвы вместе с просачиванием осадков, что, конечно, не подчиняется законам молекулярной теплопередачи.

С особенностями суточного и годового хода температуры на разных глубинах связано распределение температуры почвы по вертикали в различное время суток и года. Различают два типа вертикального распределения температуры почвы: *тип инсоляции* и *тип излучения.* При типе инсоляции температура с глубиной понижается, а при типе излучения – повышается. Тип инсоляции характерен для тех промежутков времени, когда радиационный баланс положителен (днем, летом), а тип излучения характерен для промежутков времени, когда радиационный баланс отрицателен (ночью, зимой).

Распределение температуры в почве в течение года, месяца, суток удобно рассматривать при помощи особых графиков, позволяющих выяснить изменение температуры почвы в зависимости от глубины и времени. Для построения такого графика на вертикальной оси откладывают глубину, а на горизонтальной – время. На график наносят среднюю месячную температуру почвы на различной глубине. Затем точки с одинаковой температурой соединяют плавными *линиями термоизоплетами.* Этот график дает наглядное представление о температуре активного слоя почвы на любой глубине.

Перемещение вдоль горизонтальной линии позволяет видеть изменение температуры на данной глубине в течение года, а вдоль вертикальной линии дает возможность судить о распределении температуры с глубиной в определенном месяце. Таким образом, пользуясь термоизоплетами, можно определить температуру на любой глубине в любое время. Такие графики используют, например, для определения глубины проникновения критических температур, повреждающих корневую систему плодовых деревьев.

Термоизоплеты годового хода используют также в коммунальном хозяйстве, промышленном, дорожном строительстве, при мелиорации для определения глубины промерзания, так как мощность мерзлого слоя обязательно надо учитывать при закладывании дрен, труб и т.д.

Измерение температуры и глубины промерзания почвы.

Для измерения температуры почвы применяют жидкостные (ртутные, спиртовые, толуоловые), термоэлектрические, электротермометры сопротивления и деформационные термометры [1].

Срочный термометр ТМ-3, ртутный, используют для измерения температуры поверхности почвы в данный момент (срок).

Максимальный термометр ТМ-1, ртутный, служит для измерения наивысшей температуры поверхности за период между сроками наблюдений.

Максимальный термометр отличается от срочного тем, что в канал капилляра непосредственно около резервуара входит тонкий штифтик, впаянный в дно резервуара. В результате этого в месте сужения происходит разрыв ртути, и таким образом фиксируется максимальное значение температуры за данный промежуток времени.

Минимальный термометр ТМ-2, спиртовой, применяют для измерения самой низкой температуры поверхности почвы за период между сроками наблюдений. Особенность устройства этого термометра заключается в том, что внутрь капилляра закладывается маленький из темного стекла штифтик.

При понижении температуры поверхностная пленка мениска движется в сторону резервуара и перемещает за собой штифтик. При повышении температуры спирт, расширяясь, свободно обтекает штифтик, который остается на месте, указывая удаленным от резервуара концом минимальную температуру между сроками наблюдений.

Коленчатые термометры (Савинова) ТМ-5, ртутные, предназначены для измерения температуры почвы в теплый период на глубинах 5, 10, 15 и 20 см.

Термометр-щуп АМ-6, толуоловый, используют для походных измерений температуры почвы на глубинах 3-40 см.

Транзисторный электротермометр ТЭТ-2 применяют для измерения температуры пахотного слоя в теплый период. Им можно измерять и температуру в буртах корнеплодов, картофеля, в зерновой массе в засеках.

Трость агронома ПИТТ-1 предназначена для измерения температуры пахотного слоя и замера глубины вспашки. Принцип его действия основан на измерении омического сопротивления в зависимости от температуры.

Вытяжные термометры ТПВ-50, ртутные, предназначены для измерений температуры почвы на глубинах 20-320 см в течение года. Их можно также

использовать в хозяйствах для измерения температуры в буртах, силосных ямах и т.п.

Вместо коленчатых и вытяжных термометров на станциях часто применяют дистанционные электрические термометры, позволяющие измерять температуру почвы на разных глубинах непосредственно из служебного помещения.

Электротермометр сопротивления АМ-2М-1 предназначен для измерения срочной температуры почвы на глубине узла кущения.

Максимально-минимальный термометр АМ-17, толуоловый, служит для измерения экстремальных и срочных температур на глубине узла кущения (3 см) озимых культур. Принцип действия термометра основан на термическом изменении объема рабочей жидкости.

В последнее время получили развитие методы бесконтактного определения температуры поверхности почвы со спутников, самолетов и вертолетов, позволяющие получать осредненные значения температуры для значительных участков земной поверхности.

Мерзлотомер АМ-21 применяют для измерения глубины промерзания почвы. Этот прибор состоит из эбонитовой трубки, на верхней части которой нанесены деления в сантиметрах для определения высоты снежного покрова. В эту трубку помещают резиновую трубку с делениями через 1 см, заполненную дистиллированной водой.

Температуру по Международной практической шкале измеряют в градусах Цельсия. Градус по этой шкале составляет 1/100 интервала между точками таяния льда (0°С) и кипения воды (100°С).

В США чаще пользуются шкалой Фаренгейта. На этой шкале точке таяния льда соответствует температура 32°F, а точке кипения воды – температура 212°F**.** Интервал между этими точками разделен на 180 делений, т.е. градусов. Поэтому каждый градус шкалы Фаренгейта составляет лишь 5/9 градуса шкалы Цельсия.

В термодинамической температурной шкале температура измеряется в градусах Кельвина (К). У этой шкалы за нуль принята такая температура, при которой прекращается молекулярное движение (-273°С), т.е. тело не содержит никакого тепла. Точке таяния льда на ней соответствует температура 273°К, а точке кипения воды – температура 373°К. Эта единица Международной практической температурной шкалы является одной из основных единиц СИ.

Одним из важнейших факторов жизни растения является температура почвы. Прорастание семян, развитие корневой системы, жизнедеятельность почвенной микрофлоры, усвоение корнями продуктов минерального питания в большой степени зависят от температуры почвы. С повышением температуры почвы все эти процессы активизируются. Значительное понижение температуры почвы приводит к гибели посевов озимых зерновых культур, многолетних трав и плодовых деревьев [10].

Семена большинства сельскохозяйственных культур в средней полосе прорастают при температуре 3-5°С, а такие, как рис, хлопчатник и другие требуют значительно более высоких температур – 13-15°С.

С повышением температуры почвы до оптимальной скорость прорастания семян возрастает, что обусловливает сокращение продолжительности периода от

посева до появления всходов. Например, семена кукурузы при заделке их в увлажненную почву на глубину4 см при температуре 12°С дают всходы через 21 день, а при температуре 18°С – через 8-9 дней.

В целях оптимизации температурного режима для сельскохозяйственного производства проводят ряд мероприятий. В северных районах страны они направлены на повышение температурного режима почвы и максимальное использование зоны многолетней мерзлоты. В южных районах, где избыточное количество тепла угнетает растения, применяют агротехнические приемы, направленные на понижение температуры поверхности и пахотного слоя почвы.

Приемы активного влияния на тепловой режим почвы можно разделить на *агротехнические, агромелиоративные* и *агрометеорологические.*

К *агротехническим приемам*, изменяющим температурный режим почвы, относятся следующие приемы обработки почвы: глубокое рыхление, прикатывание, гребневание и др.

В условиях недостатка тепла температуру почвы повышают, создавая гребни и гряды. При этом площадь деятельной поверхности увеличивается на 20-25%, вследствие чего на протяжении длинного дня в северных районах поглощается больше тепла. Одновременно снижается влажность почвы. В результате на гребне дневная температура почвы на 3-5°С выше, чем на выровненных участках.

Прикатывание поверхности поля также повышает на 3-5°С температуру пахотного слоя почвы. Это объясняется более высокой теплопроводностью уплотненного слоя.

Температуру почвы можно регулировать и мульчированием, т. е.покрывая ее различными материалами: торфом, соломой, полиэтиленовыми и полиамидными пленками и др., меняющими альбедо и излучение поверхности почвы, уменьшающими теплообмен между воздухом и почвой. В зависимости от цвета мульчи температура поверхности почвы может повышаться или понижаться на 4-7°С.

Применение в качестве мульчирующего покрытия прозрачных пленок способствует более интенсивному нагреванию почвы по сравнению с темными пленками. Это происходит потому, что прозрачные пленки пропускают видимую часть спектра, а темные – нет.

Эффективный агротехнический прием – снегозадержание, поскольку, как отмечалось ранее, снежный покров оказывает большое влияние на тепловой режим почвы.

К числу *агромелиоративных приемов*, влияющих на тепловой режим почвы, относятся орошение и осушение почвы, вследствие чего меняется расход тепла на испарение, и почва охлаждается или нагревается.

На юге температура поверхности почвы на орошаемых полях понижается на 15-30°С, на глубине 10 см – на 5-7, а на глубине 20 см – на2-3°С по сравнению с богарными. Это связано с увеличением затрат тепла на испарение и изменением теплофизических характеристик почвы. Орошение увеличивает теплоемкость и теплопроводность почвы, что способствует более равномерному ее прогреву на большую глубину и уменьшению температурных колебаний.

На осушенных заболоченных участках температура почвы в летние месяцы

повышена.

К простейшим *агрометеорологическим приемам* изменения теплового режима относятся посадка полезащитных лесных насаждений, создание дымовых завес и др.

Метеорологический эффект лесных полос многоплановый: они влияют на ветер, температуру воздуха и влажность почвы и способствуют накоплению снега на полях и т.д. При этом последние два фактора непосредственно воздействуют на температурный режим почвы.

Дымовые завесы уменьшают эффективное излучение деятельной поверхности и тем самым предотвращают радиационные заморозки или уменьшают их интенсивность.

В районах вечной мерзлоты для повышения температуры верхнего слоя почвы разработана специальная технология: снятие дернины и торфяного покрова, которые являются теплоизолирующими прослойками. В результате температура почвы в среднем за теплый период увеличивается на 0,5-1,0°С.

Умелое регулирование теплового режима почвы способствует воспроизводству почвенного плодородия и существенно повышает урожайность сельскохозяйственных культур.

Процессы нагревания и охлаждения воздуха.

Тепловым режимом атмосферы называют характер распределения и изменения температуры в атмосфере. Тепловой режим атмосферы определяется главным образом ее теплообменом с окружающей средой, т.е. деятельной поверхностью и космическим пространством за исключением верхних слоев атмосфера поглощает солнечную энергию сравнительно слабо. Основной источник нагревания нижних слоев атмосферы – тепло, получаемое ими от деятельной поверхности. В дневные часы, когда приход радиации преобладает над расходом, деятельная поверхность нагревается, становится теплее воздуха, и тепло передается от нее воздуху. Ночью деятельная поверхность теряет тепло из-за излучения и становится холоднее воздуха. В этом случае воздух отдает тепло почве, в результате чего сам он охлаждается. Перенос тепла между деятельной поверхностью и атмосферой, а также в самой атмосфере осуществляется следующими процессами:

Молекулярная теплопроводность. Воздух, непосредственно соприкасающийся с деятельной поверхностью, обменивается с ней теплом посредством молекулярной теплопроводности. Вследствие того, что коэффициент молекулярной теплопроводности неподвижного воздуха сравнительно мал, этот вид теплообмена незначителен.

Турбулентная теплопроводность. Она возникает внутри атмосферы вследствие вихревого, хаотического движения воздуха, т.е. турбулентности. Ее условно можно разделить на динамическую и термическую.

Динамическая турбулентность – вихревое хаотическое движение, возникающее в результате появления силы трения, как между отдельными слоями перемещающегося воздуха, так и между движущимся воздухом и подстилающей

поверхностью.

Чем больше скорость ветра и шероховатость поверхности, тем большая завихренность потока воздуха.

Термическая турбулентность **(**тепловая конвекция) – упорядоченный перенос отдельных объемов воздуха в вертикальном направлении, возникающий при неравномерном нагревании различных участков поверхности. Над более прогретыми участками воздух становится теплее, следовательно, легче окружающего и поднимается вверх. Его место занимает более холодный соседний воздух, который нагревается и тоже поднимается.

Над сушей тепловая конвекция развивается днем и летом, а над морем – ночью и зимой, когда водная поверхность теплее прилегающих слоев атмосферы.

Постоянное беспорядочное перемешивание воздуха в процессе турбулентности способствует очень быстрой передаче тепла между деятельной поверхностью и воздухом.

Радиационная теплопроводность. Определенную роль в передаче тепла от почвы к атмосфере играет излучение деятельной поверхностью длинноволновой радиации, поглощаемой нижними слоями атмосферы. Нижние слои атмосферы, нагреваясь, таким же способом последовательно передают тепло вышележащим слоям. В периодохлаждения поверхности радиационный поток тепла направлен от вышележащих слоев атмосферы вниз. Радиационный поток тепла над сушей проявляется главным образом в ночные часы, когда турбулентность резко ослаблена, а тепловая конвекция отсутствует.

Изменения температуры приземного слоя воздуха в течение суток и года обусловлены периодическими колебаниями температуры подстилающей поверхности и наиболее четко выражены в его нижних слоях.

В суточном ходе кривая имеет по одному максимуму и минимуму. Минимальное значение температуры наблюдают перед восходом Солнца. Затем она непрерывно повышается, достигая наибольших значений в 14-15 ч, после чего начинает снижаться до восхода Солнца.

Амплитуда температурных колебаний – важная характеристика погоды и климата, зависящая от ряда условий.

С увеличением широты уменьшается полуденная высота Солнца над горизонтом. Вследствие этого по мере продвижения в более высокие широты амплитуда суточных колебаний понижается: в тропических широтах она составляет около 12°С, в умеренных областях – 8-9, у Полярного круга – 3-4, в Заполярье – 1-2°С (рис. 7.1).

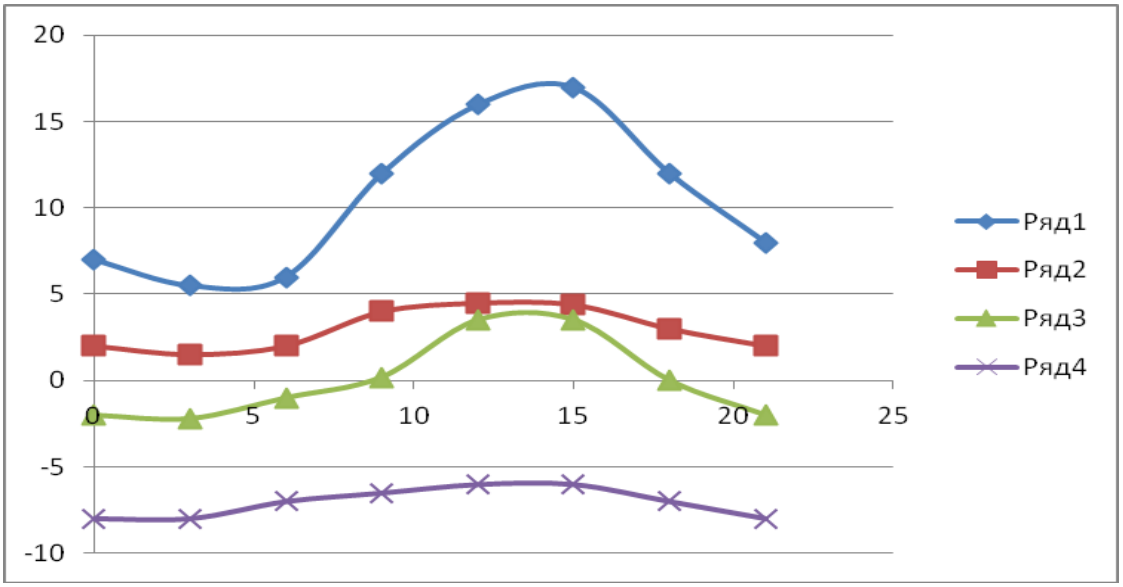


Рисунок 4 – Суточный ход температуры воздуха (в среднем за год) на разных широтах: 1 – Нукус (υ = 42° с.ш.); 2 – Санкт-Петербург (υ = 60° с.ш.);3 – Екатеринбург (υ = 58° с.ш.); 4 – Мелкая Губа (Заполярье, υ = 74° с. ш.)

Амплитуда суточных колебаний температуры воздуха зависит от погодных условий. В ясную погоду амплитуда больше, чем в пасмурную, так как облака днем задерживают солнечную радиацию, а ночью уменьшают потерю тепла земной поверхностью путем излучения.

Амплитуда зависит также от времени года. В зимние месяцы при малой высоте Солнца в средних широтах она понижается до 2-3 °С.

На суточный ход температуры воздуха большое влияние оказывает рельеф местности. На выпуклых формах рельефа амплитуда суточных колебаний – меньше. На вогнутых – больше по сравнению с равнинной местностью. Это обусловлено тем, что площадь соприкосновения воздуха с подстилающей поверхностью на выпуклых формах рельефа меньше и он быстро сдувается с нее, заменяясь новыми массами. В вогнутых же формах рельефа при ослабленном ветровом режиме воздух сильнее нагревается от поверхности в дневные часы и больше охлаждается ночью. Кроме того, ночью в долины стекает холодный воздух со склонов. Разность в температурах воздуха ночью на дне долин и на склонах может доходить до 10°С и более.

На значение амплитуды влияют и физические свойства почвы: чем больше суточный ход на самой поверхности почвы, тем больше суточная амплитуда температуры воздуха над ней.

Суточная амплитуда уменьшается при близости водных бассейнов. Растительный покров уменьшает амплитуду суточных колебаний температуры воздуха среди растений, так как он днем задерживает солнечную радиацию, а ночью – земное излучение.

Лес особенно заметно уменьшает суточные амплитуды. При наличии растительности зона наибольшего нагревания днем и наибольшего охлаждения ночью располагается на некоторой высоте над поверхностью почвы в зависимости

от высоты растительного покрова и его густоты. Особенности суточного хода температуры воздуха следует учитывать при размещении культурных растений, выбирая для наиболее теплолюбивых культур те формы рельефа, которые обусловливают меньшую амплитуду хода температуры воздуха и почвы и, следовательно, менее заморозкоопасны.

Характеристикой годового хода температуры воздуха служит амплитуда годовых колебаний температуры воздуха. Она представляет разность между средними месячными температурами воздуха самого теплого и самого холодного месяцев в году.

Годовой ход температуры воздуха в разных географических зонах различен в зависимости от широты и континентальности местоположения. По средней многолетней амплитуде и времени наступления экстремальных температур выделяют четыре типа годового хода температуры воздуха.

Экваториальный тип. В экваториальной зоне в году наблюдают два слабовыраженных максимума температуры – после весеннего (21.03) и осеннего (23.09) равноденствия, когда Солнце находится в зените, и два минимума – после зимнего (22.12) и летнего (22.06) солнцестояния, когда Солнце находится на наименьшей высоте. Амплитуды годового хода здесь небольшие, что объясняется малым изменением притока тепла в течение года. Над континентами амплитуды составляют 5-10°С, над океанами – около 1°С.

Тропический тип. В тропических широтах наблюдают простой годовой ход температуры воздуха с максимумом после летнего и минимумом после зимнего солнцестояния. Амплитуды годового хода по мере удаления от экватора возрастают с увеличением различия междупритоком тепла летом и зимой. Средняя амплитуда годового хода над материками составляет 10-20°С, над океанами – 5-10°С.

Тип умеренного пояса. Минимальные и максимальные значения температуры отмечаются после солнцестояний. Причем над материками Северного полушария максимальная среднемесячная температура отмечается в июле, над морями и побережьями – в августе. Годовые амплитуды над океанами и побережьями в среднем составляют10-15°С, над материками – 40-50°С, а в Азии достигают 60°С.

Полярный тип. Минимум температуры в годовом ходе вследствие полярной ночи сдвигается на время появления Солнца над горизонтом (в Северном полушарии это февраль-март). Максимум температуры в Северном полушарии наблюдается в июле. Амплитуда годового хода температуры на суше (Гренландия, Антарктида) составляет 30-40°С, на побережьях – 20°С и более.

На годовой ход температуры воздуха оказывает влияние также высота места над уровнем моря. С увеличением высоты годовая амплитуда уменьшается. В средних широтах она понижается до высоты 3 км.

В тропосфере температура воздуха с высотой понижается, как отмечалось, в среднем на 0,6°С на каждые 100 м высоты. Однако в приземном слое распределение температуры может быть различным: она может и уменьшаться, и увеличиваться, и оставаться постоянной. Представление о распределении температуры с высотой дает вертикальный градиент температуры (ВГТ):

$$ВГТ = (T_Н - T_В):(Z_В - Z_Н), \quad (7.1)$$

где $T_Н$ -$T_В$ – разность температур на нижнем и верхнем уровнях, °С;$Z_В$ - $Z_Н$ – разность высот в метрах.

Обычно ВГТ рассчитывают на 100 м высоты.

В приземном слое атмосферы ВГТ может в 1000 раз превышать средний для тропосферы.

Значение ВГТ в приземном слое зависит от погодных условий (в ясную погоду ВГТ больше, чем в пасмурную); времени года (летом больше, чем зимой); времени суток (днем больше, чем ночью).

Ветер уменьшает ВГТ, поскольку при перемешивании воздуха еготемпература на разных высотах выравнивается. Над влажной почвой резко снижается ВГТ в приземном слое, а над оголенной почвой (паровое поле) ВГТ больше, чем над густым посевом или лугом. Это обусловлено различиями в температурном режиме этих поверхностей.

В результате определенного сочетания этих факторов ВГТ вблизи поверхности в пересчете на 100 м высоты может составлять более 100°С /100 м. В таких случаях и возникает тепловая конвекция.

Изменение температуры воздуха с высотой определяет знак ВГТ: если ВГТ > 0, то температура уменьшается с удалением от деятельной поверхности, что обычно бывает днем и летом; если ВГТ = 0,то температура с высотой не меняется; если ВГТ < 0, то температура
увеличивается с высотой и такое распределение температуры называют инверсией

На метеорологических станциях термометры устанавливают в особой будке, называемой психрометрической будкой, стенки которой жалюзийные. В такую будку не проникают лучи Солнца, но в то же время воздух имеет свободный доступ.

Термометры устанавливают на штативе так чтобы резервуары располагались на высоте 2 м от деятельной поверхности.

Срочную температуру воздуха измеряют ртутным психрометрическим термометром ТМ-4, который устанавливают вертикально. При температуре ниже -35°С используют низкоградусный спиртовой термометр ТМ-9.

Экстремальные температуры измеряют по максимальному ТМ-1 и минимальному ТМ-2 термометрам, которые укладывают горизонтально.

Для непрерывной записи температуры воздуха служит термограф М-16А.

Значение температуры воздуха для сельского хозяйства общеизвестно. Фотосинтез, дыхание, транспирация, усвоение питательных веществ из почвы и другие физиологические процессы происходят в определенном диапазоне температур. Существуют температурные пределы жизнедеятельности растений – биологический минимум и биологический максимум. Между ними находится зона оптимальных температур, при которых наиболее интенсивно развиваются растения и формируется урожай.

Пределы температуры для различных растений неодинаковы и изменяются даже для одного и того же растения в период его вегетации, а также при

перемещении растений в другие географические условия. Таким образом, их нельзя считать постоянными. Они могут сдвигаться в пределах генетически заложенной нормы реакции в результате приспособления к условиям среды.

Суточный и годовой ход температуры воздуха. Изменение температуры воздуха в течение суток называется суточным ходом температуры воздуха. Изменение температуры воздуха в течение года называется годовым ходом температуры воздуха. Суточный и годовой ход температуры воздуха характеризуется амплитудой колебания суточного и годового хода. Амплитуда колебания температуры воздуха – разность между максимальными и минимальными температурами воздуха в суточном и годовом ходе.

Суточный и годовой ход, как правило, представляются графически. При построении графиков суточного и годового хода на горизонтальной оси откладывается время (часы, месяцы), а на вертикальной – значения температуры воздуха.

Вопросы для самоконтроля

1. Тепловой баланс земной поверхности, си годовой ход температуры почвы.
2. Теплофизические характеристики почвы, закономерности распределения тепла в почве.
3. Законы Фурье. Типы вертикального распределения температуры почвы.
4. Термоизоплеты. Слой постоянной суточной и годовой температуры.
5. Слой активный, или деятельный.
6. Измерение температуры и промерзания почвы.
7. Значение температуры почвы для растений.
8. Методы воздействия на температурный режим почвы.
9. Тепловой режим атмосферы.
10. Молекулярная теплопроводность.
11. Динамическая турбулентность.
12. Термическая турбулентность.
13. Радиационная теплопроводность.
14. Сеточный и годовой ход температуры воздуха, амплитуда суточного и годового хода температуры.

6. ВОДА В АТМОСФЕРЕ И ПОЧВЕ

Влажность воздуха и величины, характеризующие ее.

Влажностью воздуха называют содержание водяного пара в атмосфере. Водяной пар является одной из важнейших составных частей земной атмосферы.

Водяной пар непрерывно поступает в атмосферу вследствие испарения воды с поверхности водоемов, почвы, снега, льда и растительного покрова, на что затрачивается в среднем 23% солнечной радиации, приходящей на земную поверхность.

В атмосфере содержится в среднем $1{,}29 \cdot 10^{13}$ т влаги (водяного пара и жидкой воды), что эквивалентно слою воды 25,5 мм.

Влажность воздуха характеризуется следующими величинами: абсолютной влажностью, парциальным давлением водяного пара, давлением насыщенного пара, относительной влажностью, дефицитом насыщения водяного пара, температурой точки росы и удельной влажностью.

Абсолютная влажность, а ($г/м^3$) – количество водяного пара, выраженное в граммах, содержащееся в 1 $м^3$ воздуха.

Парциальное давление (упругость) водяного пара *е* – фактическое давление водяного пара, находящегося в воздухе, измеряют в миллиметрах ртутного столба (мм рт. ст.), миллибарах (мб) и гектопаскалях (гПа). Упругость водяного пара часто называют абсолютной влажностью. Однако смешивать эти разные понятия нельзя, так как они отражают разные физические величины атмосферного воздуха.

Давление насыщенного водяного пара, или упругость насыщения, Е – максимально возможное значение парциального давления при данной температуре; измеряют в тех же единицах, что и *е*. Упругость насыщения возрастает с увеличением температуры. Это значит, что при более высокой температуре воздух способен содержать больше водяного пара, чем при более низкой температуре.

Относительная влажность f – отношение парциального давления водяного пара, содержащегося в воздухе, к давлению насыщенного водяного пара при данной температуре. Выражают ее обычно в процентах с точностью целых значений:

$$F = (e:E)\ 100\%. \qquad (8.1)$$

Относительная влажность выражает степень насыщения воздуха водяными парами.

Дефицит насыщения водяного пара (недостаток насыщения) d – разность между упругостью насыщения и фактической упругостью водяного пара:

$$d = E\text{-}e. \qquad (8.2)$$

Дефицит насыщения выражают в тех же единицах и с той же точностью, что и величины е и Е. При увеличении относительной влажности дефицит насыщения уменьшается и при 100% становится равным нулю.

Так как упругость насыщения Е зависит от температуры воздуха, а е – от

содержания в нем водяного пара, то дефицит насыщения является комплексной величиной, отражающей тепло- и влагосодержание воздуха. Это позволяет шире, чем другие характеристики влажности, использовать дефицит насыщения для оценки условийпроизрастания сельскохозяйственных растений.

Точка росы td – температура, при которой водяной пар, содержащийся в воздухе при данном давлении, достигает состояния насыщения относительно химически чистой плоской поверхности воды. При 100% фактическая температура воздуха совпадает с точкой росы. При температуре ниже точки росы начинается конденсация водяных паров с образованием туманов, облаков, а на поверхности земли и предметов образуются роса, иней, изморозь.

Удельная влажность q (г/кг) – количество водяного пара в граммах, содержащееся в 1 кг влажного воздуха:

$$q = 622\ e : P, \qquad (8.3)$$

где e – упругость водяного пара, гПа;P – атмосферное давление, гПа.

Удельную влажность учитывают в метеорологических расчетах, например, при определении испарения с поверхности органов дыхания у сельскохозяйственных животных и при определении соответствующих затрат энергии.

Наибольшее количество водяного пара содержится в нижних слоях воздуха, непосредственно прилегающих к испаряющей поверхности. В вышележащие слои водяной пар проникает в результатетурбулентной диффузии.

Проникновению водяного пара в вышележащие слои способствует то обстоятельство, что он легче воздуха в 1,6 раза (плотность водяного пара по отношению к сухому воздуху при 0°С равна 0,622), поэтому воздух, обогащенный водяным паром, как менее плотный стремится подняться вверх.

Распределение упругости водяного пара по вертикали зависит от изменения давления и температуры с высотой, от процессов конденсации и облакообразования. Поэтому трудно теоретически установить точную закономерность изменения упругости водяного пара с высотой.

Парциальное давление водяного пара с высотой уменьшается в 4-5 раз быстрее, чем атмосферное давление. Уже на высоте 6 км парциальное давление водяного пара в 9-10 раз меньше, чем на уровне моря. Это объясняется тем, что в приземный слой атмосферы водяной пар поступает непрерывно в результате испарения с деятельной поверхности и его диффузии за счет турбулентности. Кроме того, температура воздуха с высотой понижается, а возможное содержание водяного пара ограничивается температурой, так как понижение ее способствует насыщению пара и его конденсации.

Уменьшение упругости пара с высотой может чередоваться с ее ростом. Например, в слое инверсии упругость пара обычно растет с высотой.

Относительная влажность распределяется по вертикали неравномерно, но с высотой в среднем она уменьшается. В приземном слое атмосферы в летние дни она несколько возрастает с высотой за счет быстрого понижения температуры воздуха, затем начинает убывать вследствие уменьшения поступления водяного пара и снова возрастает до 100% в слое образования облаков. В слоях инверсии она резко

уменьшается с высотой в результате повышения температуры. Особенно неравномерноизменяется относительная влажность до высоты 2-3 км.

В приземном слое атмосферы наблюдается хорошо выраженный суточный и годовой ход влагосодержания, связанный с соответствующими периодическими изменениями температуры.

Суточный ход упругости водяного пара и абсолютной влажности над океанами, морями и в прибрежных районах суши аналогичен суточному ходу температуры воды и воздуха: минимум перед восходом Солнца и максимум в 14-15 ч. Минимум обусловлен очень слабым испарением (или его отсутствием вообще) в это время суток. Днем по мере увеличения температуры и соответственно испарения влагосодержание в воздухе растет. Таков же суточный ход упругости водяного пара и над материками зимой.

Влажность воздуха измеряется несколькими методами: абсолютным (весовым), психрометрическим и гигрометрическим (сорбционным).

Сущность *абсолютного метода* заключается в том, что через стеклянные трубки, наполненные каким-либо гигроскопичным веществом (хлористый кальций, крепкая серная кислота), пропускают определенный объем воздуха. Трубки взвешивают до и после пропускания через них влажного воздуха и по прибавлению их массы судят о количестве поглощенного водяного пара. Разделив прибавленную массу на объем пропущенного через трубки воздуха, определяют его абсолютную влажность в г/м^3.

Этот способ определения влажности воздуха кропотлив, занимает много времени, и поэтому его применяют только в лабораториях.

Наибольшее распространение получили психрометрический и гигрометрический (сорбционный) методы.

Психрометрический метод измерения основан на охлаждении одного из двух психрометрических термометров за счет испарения, так как его резервуар обернут кусочком батиста и перед измерением смачивается дистиллированной водой. На этом принципе действуют станционный и аспирационный психрометры.

Гигрометрический (сорбционный) метод измерения влажности воздуха основан на свойстве гигроскопических тел реагировать на изменение влажности воздуха.

Волосной гигрометр МВ-1 служит для измерения относительной влажности воздуха. Действие прибора основано на свойстве обезжиренного человеческого волоса изменять длину в зависимости от относительной влажности воздуха.

Гигрограф волосной М-21А применяют для непрерывной регистрации относительной влажности воздуха.

Водяной пар, содержащийся в атмосфере, имеет большое значение в сохранении тепла на земной поверхности, так как он поглощает излучаемое ею тепло. Влажность воздуха относится к числу элементов погоды, имеющих существенное значение и для сельскохозяйственного производства.

Влажность воздуха оказывает большое влияние на растение. Она в значительной степени обусловливает интенсивность транспирации. При высокой температуре и пониженной влажности (< 30%) транспирация резко увеличивается

и у растений возникает большой недостаток воды, что отражается на их росте и развитии. Например, отмечается недоразвитие генеративных органов, задерживается цветение.

Низкая влажность в период цветения обусловливает пересыхание пыльцы и неполное оплодотворение, что у зерновых, например, вызывает череззерницу. В период налива зерна чрезмерная сухость воздуха приводит к тому, что зерно получается щуплым, урожай снижается.

Малое влагосодержание воздуха приводит к мелкоплодию плодовых, ягодных культур, винограда, слабой закладке почек под урожай будущего года и, следовательно, снижению урожая.

Влажность воздуха отражается и на качестве урожая. Отмечено, что низкая влажность снижает качество льноволокна, но повышает хлебопекарные качества пшеницы, технические свойства льняногомасла, содержание сахара в плодах и т.д.

Особенно неблагоприятно снижение относительной влажности воздуха при недостатке почвенной влаги. Если жаркая и сухая погода длится продолжительное время, то растения могут засохнуть.

Отрицательно сказывается на росте и развитии растений и длительное повышение влагосодержания (> 80%). Избыточно высокая влажность воздуха обусловливает крупноклеточное строение ткани растений, что приводит в дальнейшем к полеганию зерновых культур. В период цветения такая влажность воздуха препятствует нормальному опылению растений и снижает урожай, так как меньше раскрываются пыльники, уменьшается лѐт насекомых.

Повышенная влажность воздуха задерживает наступление полной спелости зерна, увеличивает содержание влаги в зерне и соломе, что, во-первых, неблагоприятно отражается на работе уборочных машин, а во-вторых, требует дополнительных затрат на просушкузерна.

Снижение дефицита насыщения до 3 гПа и более приводит практически к прекращению уборочных работ из-за плохих условий.

В теплое время года повышенная влажность воздуха способствует развитию и распространению ряда грибных заболеваний.

Испарение воды и конденсация водяного пара

Испарением называют переход вещества из жидкого или твердого состояния в газообразное. Испарение является одним из основных звеньев в круговороте воды на земном шаре, а также важнейшимфактором теплообмена в растительных и животных организмах [10].

На испарение затрачивается значительное количество тепла, составляющее для всей земной поверхности порядка $12{,}6 \cdot 10^{23}$ Дж в год, или около 30% поглощаемого Землей солнечного тепла. За год с поверхности Мирового океана испаряется около $450 \cdot 10^3 км^3$ воды, а с поверхности суши – $70 \cdot 10^3$ $км^3$.

Количественно испарение характеризуется скоростью испарения – массой воды, испарившейся с единицы поверхности за единицу времени. Для практических целей скорость испарения выражается высотой слоя воды (в

миллиметрах), испарившейся за единицу времени. Слой воды высотой 1 мм, испарившейся с площади 1 м% соответствует массе воды в 1 кг или 1 л воды (1 мм слоя воды = 10 $м^3$/га = 10 т/га).

На интенсивность испарения влияют многие факторы, в том числе и метеорологические. Главные из них – температура испаряющей поверхности, влажность воздуха и ветер. Согласно закону Дальтона скорость испарения со прямо пропорциональна разности между давлением насыщенного пара $Е_и$, вычисленным по температуре испаряющей поверхности, и парциальным давлением водяного пара е, находящегося в воздухе, и обратно пропорциональна атмосфер- ному давлению

$$R\ co = [A\ (£| - e)\ J:P, \qquad (9.1)$$

где А – коэффициент пропорциональности, зависящий в частности от скорости ветра.

Из закона Дальтона следует, что скорость испарения будет возрастать по мере увеличения разности (Е - е), т.е. дефицита влажности воздуха, вычисленного по температуре испаряющей поверхности.

Влияние атмосферного давления обусловлено тем, что его увеличение затрудняет отрыв молекул воды от испаряющей поверхности. В связи с тем, что у поверхности земли атмосферное давление колеблется в сравнительно небольших пределах, оно несущественно влияет на скорость испарения и учитывается главным образом при сравнении скорости испарения на разных высотах в горной местности. При прочих равных условиях скорость испарения с высотой возрастает.

Зависимость скорости испарения от скорости ветра связана с турбулентной диффузией пара, которая становится интенсивнее по мере усиления ветра.

Под испаряемостью понимают максимальное количество влаги в миллиметрах, которое может в данных метеорологических условиях испариться с водной поверхности или с поверхности переувлажненной почвы за какой-либо промежуток времени.

На европейской части территории России испаряемость возрастает с северо-запада на юго-восток, так как в этом направлении увеличиваются тепловые ресурсы и сухость воздуха. Средняя годовая испаряемость в Санкт-Петербурге – 320 мм, в Москве – 420 мм, в Астрахани – 850 мм. В этом же направлении увеличивается разность между возможным и фактическим испарением с почвы.

Испарение с деятельной поверхности имеет выраженный суточный ход, особенно в теплое время года.

В суточном ходе испарение следует за дефицитом влажности воздуха, который следует за температурой. Испарение начинается утром, приблизительно через 1 ч после восхода Солнца, и прекращается вечером, примерно за 1 ч до захода Солнца. В ночное время суток испарение практически равно нулю.

Максимум испарения наблюдается в 13-14 ч, когда достигают наибольших значений температура испаряющей поверхности, дефицит насыщения водяного пара и скорость ветра.

На годовой ход испарения, как и на суточный, главное влияние оказывает температура. Поэтому наибольшее испарение бывает в летние месяцы (июнь-

июль), иногда и в мае, а наименьшее - в январе или декабре. Весной вследствие малой абсолютной влажности воздуха испарение бывает больше, чем осенью.

Для изучения испарения с водной поверхности, т.е. испаряемости, в различных климатических условиях организована сеть водноиспарительных станций, на которых устанавливают испарительные бассейны площадью 20 м^2, а также испарители ГГИ-3000 (площадь 0,3 м^2, глубина 60 см). Наблюдения за испарением с водной поверхности заключается в определении изменений уровня воды в бассейне и испарителях с учетом количества выпавших осадков.

Для измерения испаряемости с поверхности почвы используют прибор лизиметр. В нем устанавливается уровень воды, обеспечивающий неограниченное потребление влаги растениями.

Фактическое испарение влаги с полей, занятых, сельскохозяйственными культурами, определяют с помощью почвенного испарителя ГГИ-500-50 (рис. 9.1). В зоне недостаточного увлажнения используют испаритель ГГИ-500-100 (для слоя почвы 0-100 см). Каждый из них состоит из двух металлических цилиндров.

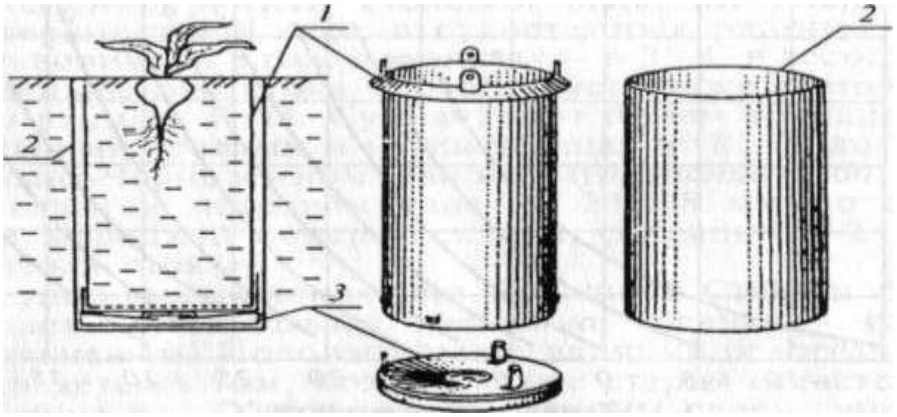


Рисунок 5 – Почвенный испаритель ГГИ-500-506:
1 – внутренний цилиндр; 2 – внешний цилиндр; 3 – водосборный сосуд

Во внутреннем цилиндре находится почвенный монолит с ненарушенной структурой почвы и растительностью. Дно внутреннего цилиндра имеет отверстия, через которые стекает избыток воды от выпавших дождей в водосборный сосуд. Для определения испарения цилиндр с почвенным монолитом каждые пять дней вынимают из внешнего цилиндра и взвешивают.

Испарение рассчитывают по формуле

$$E = 20 (q_x - q_2) - т + г, \quad (9.2)$$

где Е – слой воды, испарившейся между двумя взвешиваниями, мм; 20 – множитель для перевода количества испарившейся воды из
килограммов в миллиметры;

$q_x - q_2$ – масса монолита соответственно в предыдущий и текущий сроки измерений, кг;

т – количество воды, просочившейся в водосборный сосуд, мм;

г – количество выпавших осадков за период между взвешиваниями, мм.

Два раза в месяц, а также после сильных ливней монолит вовнутреннем сосуде меняют.

Наиболее совершенным прибором является гидравлический почвенный испаритель (ГПИ). Это сложная установка, в которой монолит почвы массой около 400 кг при площади испаряющей поверхности 2000 $см^2$ помещен в поплавок, находящийся в баке с водой. Глубина погружения монолита меняется в зависимости от испарения. Определение значения испарения как с водных поверхностей,

так и с поверхности суши очень важно для решения ряда прикладных задач, связанных, например, с осушением, орошением, водоснабжением и т.д. Поэтому в практике нашли применение различные эмпирические методы. Для оценки максимально возможного испарения можно использовать формулы Н. Н. Иванова, С. И. Костина, Г. Т. Селянинова, А. М. Алпатьева, М. И. Будыко и др. Фактическое испарение с полей можно рассчитать по уравнениям теплового или водного баланса.

Расход влаги определяют также с помощью графиков и номограмм. Например, для расчета максимально возможного испарения с поля при оптимальном увлажнении почвы можно использовать графики и номограммы.

Конденсация (сублимация) водяного пара. При конденсации выделяется тепло, нагревающее воздух, особенно более высокие слои атмосферы, где образуются облака.

Продуктами конденсации являются туманы, облака, а также жидкие и твердые осадки, выпадающие из облаков. Туманы – скопление продуктов конденсации или сублимации водяного пара в воздухе непосредственно у земной поверхности. Основной причиной образования тумана является охлаждение нижних слоев воздуха под влиянием холодной подстилающей поверхности (радиационный туман) или адвекция теплого воздуха на охлажденную поверхность (адвективный туман) [11].

Облака – системы продуктов конденсации и сублимации водяного пара, взвешенных в атмосфере на некоторой высоте.

По составу их делят на 3 группы:

1) водяные;
2) ледяные или кристаллические;
3) смешанные.

Высоту, на которой водяной пар в поднимающемся воздухе становится насыщенным, называют *уровнем конденсации*. В воздухе, поднимающемся выше уровня конденсации, образуются продукты конденсации – облака. Высота облаков и их строение связаны с высотой уровня конденсации, уровня нулевой изотермы, уровня замерзания и уровня конвекции. Уровень конденсации обычно совпадает с нижней границей облаков. Между уровнем конденсации и уровнем нулевой изотермы облака состоят из капель или тающих снежинок. Выше, до уровня замерзания, облака состоят из переохлажденных капель и снежинок, а выше этого уровня – из кристаллов льда. Верхняя граница облаков определяется уровнем

конвекции.

К внутримассовым облакам относятся слоистые, а также некоторые слоисто-кучевые, высоко-кучевые облака, возникающие в связи с охлаждением воздуха от подстилающей поверхности, с динами- ческой турбулентностью и волновыми движениями на поверхности слоя инверсии. Основным процессом образования фронтальных облаков является восходящее натекание массы теплого воздуха на массу более холодного воздуха.

Согласно международной классификации облака делятся на 4 семейства и 10 родов (форм):

1. Облака верхнего яруса (высота основания более 6 км):
1) Cirrus (Ci) – перистые;
2) Cirrocumulus (Cc) – перисто-кучевые;
3) Cirrostratus (Cs) – перисто-слоистые.
2. Облака среднего яруса (высота основания от 2 до 6 км):
4) Altocumulus (Ac) – высоко-кучевые;
5) Altostratus (As) – высоко-слоистые;
3. Облака нижнего яруса (высота основания менее 2 км):
6) Stratus (St) – слоистые;
7) Stratocumulus (Sc) – слоисто-кучевые;
8) Nimbostratus (Ns) – слоисто-дождевые.
4. Облака вертикального развития (нижнее основание на высоте0,5-1,5 км, а вершины могут достигать верхнего яруса):
9) Cumulus (Cu) – кучевые;
10) Cumulonimbus (Cb) –кучево-дождевые.

Степень покрытия неба облаками определяют глазомерно в баллах от 0 до 10. Высоту определяют глазомерно или инструментально с помощью прибора ИВО. Основные осадки выпадают из слоисто- дождевых и кучево-дождевых облаков.

Осадки, снежный покров, почвенная влага.

Осадки являются основным источником влаги в почве и играют важную роль в жизни растений. По форме осадки, выпадающие из облаков, делятся на твердые, жидкие и смешанные.

Твердые – снег, снежные зерна, снежная крупа, ледяная крупа, ледяной дождь, град.

Жидкие – дождь и морось.

Смешанные – мокрый снег, снег с дождем.

В зависимости от физических условий образования и по характеру выпадения осадки подразделяются на обложные, ливневые и моросящие.

Обложные осадки – продолжительные, выпадающие одновременно на больших площадях осадки средней интенсивности. Время их выпадения колеблется от нескольких часов до десятков часов. В умеренных широтах они дают большую

часть в годовой сумме осадков.

Ливневые осадки выпадают в виде дождя, снега, крупы и града. Отличаются внезапностью начала и конца выпадения, как правило, большой интенсивностью и малой продолжительностью. Нередко сопровождаются грозами и шквалами.

Моросящие осадки – морось, снежные зерна или мельчайшие снежинки. Характеризуются очень слабой интенсивностью выпадения и малым количеством осадков. Количество осадков определяется слоем воды, который образовался бы на ровной поверхности при условии, если бы вода не стекала с нее, не просачивалась в почву и не испарялась. Толщину этого слоя выражают в миллиметрах.

Суточный ход осадков на суше разделяется на 2 типа: континентальный и береговой. В континентальном типе наблюдается2 максимума и 2 минимума осадков. Главный максимум приходится на послеполуденные часы (14-16 часов), когда наиболее развиты облака конвекции; вторичный – рано утром, когда сильнее всего развиты слоистые облака, связанные с ночным охлаждением. Минимумы отмечаются после полуночи и перед полуднем. В береговом типе максимум приходится на ночь и утро, минимум – на послеполуденные часы.

Годовой ход осадков зависит от особенностей общей циркуляции атмосферы и местных физико-географических условий. Он разделяется на 4 типа: экваториальный, тропический, субтропический и тип умеренных широт.

Экваториальный тип характеризуется очень большим количеством осадков (в среднем по зоне около 2000 мм в год). Здесь наблюдается 2 максимума в периоды весеннего и осеннего равноденствий, когда полуденные высоты солнца наибольшие и сильнее всего развита конвекция, и 2 минимума – после летнего и зимнего солнцестояний.

В тропическом типе наблюдается дождливый сезон на протяжении летних месяцев и сухой сезон – в остальное время года. Такое распределение осадков связано в основном с особенностями муссонной циркуляции.

Для субтропического типа характерно очень малое количество осадков, особенно летом, что обусловлено влиянием субтропических антициклонов.

В типе умеренных широт внутригодовое распределение осадков обусловлено особенностями циклонической деятельности и годовым ходом облаков конвекции. Над континентами максимум осадков приходится на лето, минимум – на зиму. Летний максимум связан с выпадением ливневых осадков из облаков конвекции. В умеренных широтах больше всего осадков выпадает на западных частях континента, находящихся под сильным влиянием циклонов, и на восточных побережьях, подверженных влиянию муссонов.

Снежный покров. Зимой в умеренных и высоких широтах осадки выпадают преимущественно в виде снега. В результате этого на поверхности земли устанавливается снежный покров. В силу своих физических свойств он обладает слабой теплопроводностью, благодаря чему почва, покрытая снегом, защищена от резких колебаний температуры, а зимующие культуры – от вредного воздействия низких температур [12].

Снежный покров аккумулирует осадки холодного периода и весной при

таянии снега дает много воды, значительная часть которой проникает в почву. Высота снежного покрова измеряется с помощью постоянных снегомерных реек, устанавливаемых на постоянных участках, и переносных снегомерных реек, применяемых при снегомерных съемках. Кроме высоты снежного покрова при снегомерной съемке с помощью весового снегомера определяется плотность снега. Зная высоту и плотность снега, можно легко определить запас содержащейся в нем воды в мм. Для этого надо увеличить в 10 раз произведение средней высоты и средней плотности снежного покрова.

Плотность свежевыпавшего снега очень мала и составляет примерно 0,1 г/см^3. Под действием собственной массы, ветра и оттепелей снег уплотняется и в конце зимы плотность его превышает 0,3 г/см^3. За зиму в снеге накапливаются большие запасы воды (до 200 мм и более).

Почвенная влага является главным источником водоснабжения растений. Она участвует в процессе фотосинтеза, обеспечивает терморегуляцию растений и снабжает их элементами минерального питания. В отличие от чистой воды, почвенная влага всегда является раствором и находится под воздействием сил, зависящих от размеров и формы почвенных пор, а также от природы почвенных частиц, что обусловливает неоднородность ее физических и химических свойстви резкое отличие этих свойств от свойств обыкновенной воды.

Соответственно механизму удержания воды в почве выделяют 3 различные по физическим и химическим свойствам категории почвенной влаги: связанную, капиллярную и гравитационную. Связанная вода удерживается адсорбционными силами на поверхности почвенных частиц и по своим физическим свойствам близка к твердому телу (неподвижна, не растворяет электролиты и не замерзает даже при очень низких температурах). Капиллярная вода удерживается и перемещается в почве под действием капиллярных сил, возникающих на поверхности раздела, вода-воздух за счет разности поверхностных давлений. Она способна перемещаться как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях и заполняет почвенные поры до тех пор, пока почва не достигнет состояния капиллярного насыщения.

Гравитационная вода находится вне влияния сорбционных и капиллярных сил и под действием силы тяжести просачивается вниз.По своим свойствам она практически не отличается от обычной воды. Вследствие постоянного обмена между почвой, растениями и атмосферой содержание влаги в почве непрерывно изменяется. Совокупность всех колебаний содержания влаги в почве называют режимом влажности почвы. Он зависит от состава и свойств самой почвы – ее гигроскопичности, водопроницаемости, влагоемкости и др., а также от климатических и погодных условий, рельефа, приемов обработки почвы, биологических особенностей культур и т.д.

Основным источником почвенной влаги в естественных условиях являются атмосферные осадки, а также влага, поступающая из грунтовых вод за счет поверхностного и внутрипочвенного притока и конденсации влаги из атмосферы. Совокупность всех величин прихода влаги в почву и расхода из неё называется водным балансом почвы. Водный баланс может быть составлен за любой

промежуток времени: период вегетации в целом, тот или иной отрезок вегетации, отдельный сезон, год и т.д. Полный водный баланс может быть представлен следующим уравнением:

$$Wк – Wн = (Ос + ПГВ + ППр + ВППр + К) – (Ис + Тр + ОГВ + ПС + ВПС), \quad (8.4)$$

где Wн и Wк – запасы влаги в почве на начало и конец периода;Ос – осадки;
ПГВ – приток из грунтовых вод; ППр – поверхностный приток; ВППр – внутрипочвенный приток;
К – конденсация влаги из атмосферы (роса, туман);Ис – испарение;
Тр – транспирация;
ОГВ – отток в грунтовые воды;ПС – поверхностный сток;
ВПС – внутрипочвенный сток.

На практике для расчетов водного баланса обычно используется упрощенное уравнение, включающее основные элементы. По этому уравнению рассчитывают суммарное испарение:

$$Ис = Wн – Wк + Ос. \quad (8.5)$$

При отсутствии осадков почва в результате испарения с ее поверхности и потребления растениями может иссушиться до такого состояния, при котором растения начинают увядать. Этот предел влажности почвы, при котором появляются необратимые признаки устойчивого завядания растений, даже если их поместить в темное помещение, в котором воздух близок к насыщению водяными парами, называется *влажностью завядания.*

Влажность устойчивого завядания зависит от механического состава почвы, количества гумуса и примерно соответствует всему количеству имеющейся в почве связанной воды. Почвенную влагу сверх влажности устойчивого завядания, доступную для растений, называют продуктивной влагой. Часть почвенной влаги, которая удерживается почвой и не впитывается корнями, называют непродуктивной влагой или мертвым запасом влаги. Количество продуктивной влаги в почве принято выражать в мм слоя воды, что позволяет сопоставлять ее запасы с расходами воды на испарение и с количеством выпадающих осадков.

Для расчета запасов продуктивной влажности почвы, выраженной в мм, применяют формулу

$$W_{пр} = 0{,}1\ d\ (W - Bз)\ h, \quad (8.6)$$

где $W_{пр}$ – запасы продуктивной влаги в почве (мм);d – объемный вес почвы, г/см;

W – влажность почвы в процентах от массы абсолютно сухой почвы;

Вз – влажность устойчивого завядания в % от абсолютно сухойпочвы;

h – толщина слоя почвы, см;

0,1 – коэффициент для перевода запасов влаги в мм водяного слоя.

Таким образом, для определения запасов продуктивной влаги в почве необходимо располагать данными об объемной весе данной почвы, влажности ее устойчивого завядания и информацией о процентном содержании воды от массы

абсолютно сухой почвы. Объемный вес и влажность устойчивого завядания почвы представляют собой агрогидрологические константы, которые определяются для каждого типа почвы, и если нет конкретной информации по данному полю, то их можно взять из справочника «Агрогидрологические свойства почвы». Содержание влаги в процентах от абсолютно сухой почвы определяют термостатно-весовым методом. Для этого с помощью почвенного бура через каждые 10 см отбираются почвенные образцы, которые помещаются в алюминиевые стаканчики. Затем эти образцы доставляются в лабораторию, где они взвешиваются, высушиваются в термостате и снова взвешиваются, после чего разность веса влажнойи абсолютно сухой почвы делится на вес абсолютно сухой почвы и определяется процентное содержание воды в почве.

Потребность растений во влаге зависит от погоды, фазы развития, мощности корневой системы и т.д. Мерой потребности растений во влаге может служить величина транспирационного коэффициента, равного количеству воды, расходуемой путем транспирации на создание единицы сухого вещества. Косвенным методом потребность растений во влаге определяют по величине испаряемости и рассчитывают по формуле

$$Zo = 0{,}4 \square d. \qquad (8.7)$$

При этом считается, что зеленые растения испаряют влагу точно так же, как свободная водная поверхность, благодаря огромному количеству устьиц.

Влагообеспеченностью растений называют степень соответствия потребности растений во влаге имеющимся запасам продуктивной влаги в почве. Количественно ее рассчитывают как отношение имеющихся ресурсов влаги к потребности растений во влаге. Общие ресурсы влаги рассчитывают по уравнению водного баланса:

$$Z = W_н - W_к + r, \qquad (8.8)$$

где Z – суммарное испарение, мм;

$W_н$ – начальные запасы продуктивной влаги в 0-100 см слоепочвы;

$W_к$ – конечные запасы влаги;

r – сумма осадков за рассчитываемый период, мм.

Необходимо отметить, что на испарение (транспирацию) растения расходуют в среднем свыше 95% всего количества поглощаемой ими воды. Расчет показателя влагообеспеченности имеет очень важное практическое значение, так как с ним тесно связана величина урожая. В частности, на основе этого показателя составляются прогнозы урожайности яровой пшеницы. Кроме того, по данному показателю оценивается степень благоприятности сложившихся в период вегетации агрометеорологических условий. Так, согласно данному показателю, условия вегетации считаются благоприятными, если влагообеспеченность вегетационного периода составляет 80-90% и более. При V = 60-70% условия оцениваются как среднезасушливые, а при V = 40-50% и менее – как сильнозасушливые.

Исследование закономерностей формирования почвенной влаги позволило выделить 4 преобладающих типа годового хода запасов продуктивной влаги в почве, которые соответствуют четырем агрогидрологическим зонам: обводнения,

капиллярного увлажнения, полного весеннего промачивания и слабого весеннего промачивания.

Зона обводнения охватывает Прибалтику, север Белоруссии, северные районы ЕТР и таежные районы Западно-Сибирской низменности. Здесь в течение всего года в корнеобитаемом слое почвы имеется большое количество легкодоступной влаги. Наибольшее количество влаги наблюдается в конце зимы (до 300 мм). Весной избыток влаги с оттаиванием почвы уходит с поверхностным стоком и в грунтовые воды. Наименьшие запасы наблюдаются в июле и составляют 150 мм в метровом слое.

Зона капиллярного увлажнения расположена к югу. Здесь грунтовые воды достигают корнеобитаемого слоя почвы в период наивысшего стояния, а верхняя граница капиллярной каймы находится в этом слое почвы в течение всего года. Накопление влаги, как и в зоне обводнения, происходит в зимний период. Наименьшие запасы продуктивной влаги бывают в июле и составляют около 100 мм.

Зона полного капиллярного промачивания. Здесь грунтовые воды залегают глубоко. Максимальные влагозапасы наблюдаются весной: почва промачивается на глубину метрового слоя до наименьшей влагоемкости, что составляет от 170 до 200 мм. Минимальные запасы бывают в конце вегетации и составляют 50-100 мм.

Зона слабого весеннего промачивания. Почва здесь даже весной промачивается на глубину менее 1 м. Наименьшие запасы наблюдаются осенью. В засушливые годы возможно полное иссушение почвы до глубины 50 см и ниже. Вегетационный период характеризуется огромным расходом запасов почвенной влаги на испарение и транспирацию, которые обычно не компенсируются поступлением влаги за счет осадков и капиллярного подтока.

Скорость расходования влаги в течение периода вегетации сильно меняется, причем в каждой зоне и под каждой культурой по- своему. В районах глубокого стояния грунтовых вод, где капиллярный подток отсутствует (Безенчук, Саратов), наибольшие расходы влаги происходят путем транспирации и достигают максимальных значений в репродуктивный период, особенно в период выход в трубку – цветение, когда корневая система и надземная масса достигают своей максимальной мощности. Для зерновых культур в начальный период роста (от посева до кущения) определяющее значение имеют запасы продуктивной влаги в верхнем пахотном слое почвы 0-20 см. Оптимальными в этот период считаются запасы продуктивной влаги около 30 мм. При запасах влаги менее 5 мм всходы зерновых совсем не появляются.

Декада с запасами влаги менее 20 мм считается засушливой и обусловливает ухудшение состояния растений. При снижении запасов влаги до 10 мм наблюдается резкое ухудшение состояния растений и начинается почвенная засуха. 10 мм соответствует влажности завядания. В период после выхода в трубку и до восковой спелости оцениваются запасы метрового слоя почвы. В фазу колошения оптимальным считается увлажнение, равное 80 мм. Если запасы становятся ниже этого предела, то они оцениваются как недостаточные для полноценного налива зерна. При запасах менее 60 мм декада считается сухой. В

фазу молочной спелости оптимальным считается увлажнение 50-60 мм, если влажность почвы понижается до 25 мм и менее, то декада считается сухой, а дефицит почвенной влаги вызывает щуплость зерна.

Засуха – сложное явление, которое возникает при таком сочетании недостатка осадков и повышенной испаряемости, которое вызывает резкое несоответствие между потребностью растений во влаге и ее поступлением из почвы, в результате чего заметно снижается урожай сельскохозяйственных культур. В условиях длительного отсутствия осадков сначала возникает атмосферная засуха, характеризующаяся очень низкой относительной влажностью воздуха и высокими значениями дефицита влажности воздуха. Почвенная засуха является следствием атмосферной засухи и характеризуется отсутствием в почве физиологически доступной растениям влаги. Согласно существующим критериям оценки интенсивности почвенных засух по запасам продуктивной влаги в почве, 2-3 сухие декады подряд являются признаком засухи средней интенсивности, 4-5 сухих декад подрядсвидетельствуют о почвенной засухе сильной интенсивности.

Приемы регулирования водного режима почвы. Основными методами регулирования водного режима почвы являются орошение, осушение, полезащитное лесоразведение, снежные мелиорации, сохранение чистых паров и соответствующие приемы обработки почвы.

Вопросы для самоконтроля

1. Характеристики измерений влажности почвы.
2. Суточный и годовой ход характеристик влажности.
3. Что такое продуктивная и непродуктивная влага?
4. Каким методом определяют запасы продуктивной влаги впочве?
5. Как определяют потребность растений во влаге?
6. Что такое влагообеспеченность растений?
7. Какова динамика запасов продуктивной влаги в период вегетации растений?
8. Каковы приемы регулирования водного режима почв?
9. Почвенная засуха.
10. Суточный и годовой ход испарения.
11. Методы определения испаряемости и испарения.
12. Что такое испарение и испаряемость?
13. Что такое конденсация? Каковы продукты конденсации водяного пара?
14. Какие виды и типы осадков существуют?
15. Каково значение осадков для формирования урожая?
16. Каковы типы суточного и годового хода осадков?
17. Каково значение снежного покрова в сельском хозяйстве?
18. Облака и их разновидности.
19. Продукты конденсации водяного пара.

7. ВЕТЕР, ПОГОДА И ЕЕ ПРЕДСКАЗАНИЕ

Ветер и его виды.

Ветром называется горизонтальное перемещение воздуха относительно земной поверхности. Причиной возникновения ветра является сила горизонтального градиента давления, который всегда направлен от высокого давления к низкому давлению. Ветер характеризуется скоростью и направлением. Скорость ветра обычно выражается в м/сек и зависит от величины горизонтального градиента давления. Чем больше разность давления, тем больше скорость ветра. Направление ветра определяется географическим румбом той точки горизонта, откуда он дует. При его измерении используется 16 румбов (8 основных и 8 промежуточных): С, СВ, В, ЮВ, Ю, ЮЗ, З, СЗ. Международные обозначения: N – норд (север), E – ост (восток), S – зюйд (юг), W – вест (запад). Важнейшими силами, влияющими на движение воздуха, являются сила горизонтального градиента давления (градиентная сила), отклоняющая сила вращения Земли (сила Кориолиса) и сила трения. Взаимодействие этих сил определяет закономерности движения воздуха в данных условиях, в том числе скорость и направление ветра. Воздушными течениями называются системы ветров над более или менее обширными пространствами, захватывающие значительную толщу атмосферы и обладающие определенной устойчивостью во времени. К основным воздушным течениям относятся пассаты, муссоны, воздушные течения в циклонах и антициклонах, струйные течения, наблюдающиеся в высоких слоях атмосферы и местные ветры (фѐны, бризы, бора, горно-долинные ветры и т.д.). Сложная и непрерывно меняющаяся во времени и пространстве система крупномасштабных воздушных течений над земным шаром называется общей циркуляцией атмосферы.

Воздушные течения в нижнем слое атмосферы, характерные для определенных ограниченных географических районов, называют местными ветрами. Происхождение их различно.

Местные ветры могут быть результатом разного нагревания земной поверхности (ветры термического происхождения: бризы, горно-долинные), механического возмущения воздушных течений, вызванных рельефом местности (фён, бора) и т. д.

Бризами называют ветры, наблюдающиеся на побережьях морей, озер и характеризующиеся сменой их направления в течение суток: ночью они направлены с суши на водные поверхности, днем, наоборот, с водной поверхности на сушу. Бризы связаны с суточным ходом температуры деятельной поверхности. Днем поверхность суши нагревается больше, чем водоема, поэтому атмосферное давление над ней понижается, и в слое до 1...2 км возникает перенос воздуха с водоема на сушу дневной (морской) бриз. Ночью, наоборот, водоем теплее суши и распределение давления обратное: над сушей больше, чем над водой. И в нижних слоях создается перенос воздуха с суши на водоем береговой (ночной) бриз. Береговой бриз меняется на морской незадолго до полудня, морской на береговой

вечером. Выше 1...2 км наблюдается перенос воздуха в обратном направлении - антибриз, образующий вместе с бризом замкнутую циркуляцию. От береговой линии бризы распространяются вглубь суши или моря на десятки километров. Скорость ветра при бризах 3...5 м/с.

Морские бризы оказывают заметное влияние на условия по- годы в прибрежной полосе суши: понижают температуру (на 2...3 °С и более) и повышают влажность воздуха (на 10...20 % и более). Особенно резко это выражено в тропиках, в областях антициклонов.

В России бризы наблюдаются в теплое время года на побережьях Черного, Азовского, Каспийского и Балтийского морей. На побережьях больших озер бризы выражены слабо и распространяются на сушу лишь на небольшое расстояние от побережья.

Горно-долинные ветры представляют собой местную циркуляцию с суточной периодичностью, возникающую вследствие различий в нагревании и охлаждении воздуха над хребтом и над долиной. Днем долина и нижние части склонов нагреваются сильнее, чем вершины, и теплый воздух поднимается по склонам вверх, формируя *долинный* ветер. Ночью со склонов гор стекает холодный, тяжелый воздух - горный ветер. Если долина слабо продуваема, то воздух здесь застаивается и еще больше охлаждается. Весной горный ветер может вызвать понижение температуры, опасное для цветущих садов. Фён - теплый, иногда горячий, сухой и порывистый ветер, дующий временами с гор в долины.

Фён образуется при перетекании воздуха через высокие горные хребты, расположенные перпендикулярно к воздушному потоку. Поднимаясь по наветренной стороне горы, воздух охлаждается, пар в нем конденсируется, образуются облака, могут выпасть осадки. Перевалив через хребет и опускаясь по склону, воздух нагревается, оставшийся в нем водяной пар удаляется от состояния насыщения, и воздух приходит в долину с низкой относительной влажностью и высокой температурой. Чем больше высота, с которой опускался воздух, тем выше температура фёна.

Фены наблюдаются в течение всего года, но наиболее час- ТО зимой и весной. Весной продолжительные и интенсивные фёны ускоряют таяние снега в горах, что приводит к повышению уровня и разливу рек. Зимой фёны нередко вызывают снежные обвалы в горах. Летом фён своей высокой температурой и низкой влажностью отрицательно действует на растительность, а длительные сильные фёны могут вызвать засуху на значительной территории. Чаще всего фён продолжается менее суток, в отдельных случаях - до 5 сут и более. В горах фёновая погода наблюдается часто: в Кутаиси (Кавказ) - около 115, в Инсбруке (Альпы) – 80 сут в году. В каждой стране этот ветер имеет свое название, например в Италии сирокко.

На территории России фёны хорошо выражены на Кавказе и Алтае.

Бора - штормовой, порывистый и холодный ветер, дующий с низких горных хребтов в сторону теплого моря. Образуется бора преимущественно в холодное время года, когда над охлажденным континентом устанавливается область повышенного давления. При таком распределении давления холодный

воздух начинает двигаться в сторону моря.

Благоприятные условия для развития боры в России имеются, например, в районе Новороссийска, расположенного на северо-восточном берегу Черного моря и отделенного сравнительно невысоким горным хребтом от внутреннего нагорья. Зимой это нагорье сильно охлаждается и возникает большая температурная разница с теплым морским побережьем. Если с севера к Черному морю приближается еще и холодный арктический воз- дух, то возникает большой барический градиент, обусловливающий ветры со скоростями до 40 м/с и более. Холодный ветер, врываясь в бухту, разбрызгивает воду, которая, оседая на судах и береговых сооружениях, замерзает и покрывает их льдом. На набережной слой льда иногда достигает толщины 2...4 м. Бора наносит значительный ущерб городу и порту: срывает крыши, разрушает линии связи и электропередачи, небольшие суда выбрасывает на берег и т.д.

В Новороссийске ее называют норд-остом, на Апшеронском полуострове - нордом, на Байкале - сармой, в долине Роны (Франция) - мистралью. Сильная бора бывает также на Новой Земле и в других местах. Дует бора от одних суток до недели.

Понятие о погоде, воздушные массы и их классификация

Погодой называется физическое состояние атмосферы над данной территорией в определенный момент или промежуток времени. Физическое состояние атмосферы непрерывно изменяется во времени и пространстве. Эти изменения носят периодический и непериодический характер. Периодические изменения погоды вызываются суточным и годовым ходом отдельных метеорологических элементов, обусловленных вращением Земли вокруг своей оси и обращением ее вокруг Солнца. Непериодические изменения погоды носят более резкий характер и связаны с процессами общей циркуляции атмосферы: со сменой воздушных масс, с прохождением разделяющих их фронтов, с образованием, перемещением и эволюцией циклонов и антициклонов.

Воздушной массой называется громадный объем воздуха, обладающий сравнительно однородными физическими свойствами и движущийся как одно целое. Горизонтальная ее протяженность может составлять несколько тысяч километров, а вертикальная мощность – от нескольких сот метров до 9-11 км (верхней границы тропосферы). Воздушная масса считается полностью сформировавшейся над данной территорией, если температура ее во времени (от суток к суткам) перестает изменяться. Необходимыми условиями для формирования воздушной массы являются наличие однородной подстилающей поверхности и длительное пребывание еѐ в данном районе. В этом случае воздушная масса приобретает температуру и другие физические свойства, характерные для условий погоды в районе формирования в данный сезон, существенно отличающиеся от свойств воздушной массы, формирующейся в других географических районах. Например, зимой в умеренных широтах над большими материками формируются холодные и сухие воздушные массы, над

океанами – теплые и влажные. Под влиянием циркуляционных процессов воздушная масса перемещается, принося свои свойства на другую территорию и меняя там ранее установившуюся погоду.

Классификация воздушных масс. Воздушные массы классифицируют по термическому и географическому признакам. По термическому признаку выделяют теплые, холодные и нейтральные воздушные массы. По географическому положению очагов формирования воздушные массы делятся на 4 типа: арктический или антарктический воздух (АВ); воздух умеренных широт (УВ); тропический (ТВ) и экваториальный (ЭВ). Каждый из этих типов воздушных масс (кроме экваториального) делится на морской и континентальный воздух. Различные по своим свойствам воздушные массы находятся в постоянном движении. Морские воздушные массы могут проникать в восточном направлении до нескольких тысяч километров, к западу на 300-1000 км, дальше они трансформируются, превращаясь в континентальные воздушные массы.

Атмосферным фронтом называется зона раздела между двумя различными воздушными массами. Ширина фронтальных зон у земной поверхности составляет не более 100 км, длина – несколько тысяч километров. Вверх фронтальные слои прослеживаются вплоть до стратосферы, в этих слоях они называются высотными фронтальными зонами (ВФЗ). Главной причиной образования фронтов являются условия атмосферной циркуляции, при которых происходит сближение двух резко различающихся по температуре и другим физическим свойствам воздушных масс, например сухих и холодных с влажными и теплыми.

С прохождением фронтов связаны наиболее резкие непериодические изменения погоды, выпадение большого количества осадков, сильные ветры и многие катастрофические явления погоды. При этом погода в районе фронта и после его прохождения зависит от типа этого фронта и характера встречи воздушных масс.

Теплые фронты образуются в том случае, когда масса теплого и обычно влажного воздуха натекает на клин относительно холодного воздуха и вытесняет его, захватывая новые пространства. При формировании теплого фронта на значительной территории наблюдаются определенные условия погоды. В связи с восходящим движением теплого воздуха вдоль фронта развивается мощный облачный покров, из которого выпадают осадки. Приближению теплого фронта предшествует постепенное понижение атмосферного давления. Затем последовательно появляются перистые и перисто-слоистые облака, сменяющиеся высококучевыми и высокослоистыми. Постепенно облака закрывают все небо, температура несколько повышается, давление быстро падает, и перед самым фронтом появляются слоисто-кучевые и слоисто-дождевые облака, из которых выпадают осадки. Перистые облака появляются в западной части горизонта обычно за 3 суток до начала дождя. С теплыми фронтами связаны широкие зоны выпадения осадков, которые могут продолжаться 10-12 ч, а иногда и несколько суток.

Холодный фронт образуется, когда северные ветры приносят холодный воздух в область, ранее занятую теплым воздухом. При этом более холодный и

потому более плотный воздух клином подтекает под теплый воздух, вытесняя его в сторону и кверху. На холодном фронте преобладают кучевообразные облака, выпадают ливневые осадки, часто с грозой и градом. Приближение холодного фронта отмечается понижением давления. После того как он пройдет, давление растет, а температура падает. Скорость ветра перед ХФ увеличивается, а направление его после прохождения фронта сменяется с ЮЗ на СЗ. Через 12-24 ч после прохождения фронта небо проясняется.

Относительно земной поверхности фронты перемещаются со скоростями от 30-40 до 80-100 км/ч и за сутки могут переместиться на расстояние более 1000 км. Когда теплый или холодный фронт застаивается в каком-либо районе, то образуются так называемые стационарные фронты. Они могут оставаться неподвижными в течение нескольких суток. В дальнейшем они могут снова начать двигаться или контраст температур постепенно уменьшается и фронт размывается. Иногда происходит окклюдирование фронта.

Фронты окклюзии являются следствием наложения одного фронта на другой ранее образовавшийся фронт. При этом теплый воздух вытесняется вверх и отрывается от земной поверхности, а у земли фронт перемещается под влиянием двух холодный воздушных масс. В зависимости от того, какие воздушные массы разделяют атмосферные фронты, они делятся на арктические, полярные и тропические. Изменения погоды, вызываемые фронтами, тесно связаны с развитием циклонов и антициклонов, которые на них образуются и вместе с которыми они перемещаются.

Волновая теория циклонов, которая объясняла взаимодействие встречающихся воздушных масс, была разработана крупным норвежским ученым Бьѐркнесом и явилась одним из первых открытий XX в. в науке о погоде нашей планеты. Суть этой теории заключается в следующем. Когда теплый воздух движется на север, а холодный – на юг, между ними образуется пограничная область (линия). На линии встречи двух воздушных масс возникают волны. ТВ образует длинный воздушный язык, вклинивающийся в область, занятую ХВ, возникает возмущение в виде волны, в которой обе воздушные массы начинают вращаться вокруг друг друга, в результате чего вершина волны становится все более заметной. Атмосферное давление в вершине постепенно понижается, а пространство, занятое волной, расширяется. Теплый воздух при этом постепенно вытесняется вверх, а холодный продолжает перемещаться к югу. Одновременно с образованием волны создается теплый фронт вдоль восточной границы теплого языка и холодный фронт вдоль западной его границы; в верхней же, северной части теплого языка движение воздуха начинает принимать циклонический характер.

Таким образом, вследствие волнового возмущения на поверхности раздела образуется типичный циклон с теплым сектором, ограниченным с востока теплым, с запада холодным фронтами. Если мы находимся в передней части циклона, следует ожидать изменения погоды, связанного с прохождением теплого фронта, – натеканием облачности и обложных осадков. Затем мы попадаем в теплый сектор с теплой погодой. Потом следует ожидать прохождение холодного фронта со

всеми вытекающими последствиями. За холодным фронтом располагается так называемый «тыл циклона» с достаточно прохладной, а иногда и очень холодной погодой. При дальнейшем развитии циклона теплый сектор его постепенно сужается, фронты сближаются и сливаются. Наступает так называемая стадия окклюзии циклона. С момента окклюзии циклон начинает ослабевать и затухает. Обычно на фронте образуется не одна волна, а ряд волн, дающих начало серии циклонов, состоящей из 4 и более циклонов, формирующихся один за другим.

В течение года в Европу со стороны Атлантики приходит в среднем около 60 серий циклонов. Антициклоны образуются в тылу циклонов, куда проникают холодные массы воздуха. Сначала здесь образуется гребень высокого давления, перемещающийся вместе сциклонами, между которыми он располагается. Затем в нем появляется антициклональная циркуляция воздуха, возникают нисходящие движения и образуются замкнутые изобары. После этого движение антициклона замедляется, и он постепенно превращается из подвижного в малоподвижный.

Зимой в умеренных широтах над охлажденными материками создаются обширные стационарные антициклоны. Особенно мощный антициклон возникает зимой в Сибири – Азиатский максимум. Обширные стационарные антициклоны создаются в субтропических широтах океанов (в северном полушарии – Азорский и Гавайский). Кроме антициклонов формируются и постоянно действующие минимумы – Исландский минимум и Алеутская депрессия. Они носят название постоянных центров действия атмосферы.

Циклоны и антициклоны играют большую роль в осуществлении атмосферной циркуляции. С ними тесно связан перенос воздуха умеренных широт в низкие широты, где он преобразуется в тропический воздух. Тропический воздух из низких широт проникает в высокие широты, где превращается в воздух умеренных широт. Таким образом, благодаря циклонам и антициклонам совершается обмен воз- душными массами высоких и низких широт, приводящий к теплообмену и влагообмену между ними.

Прогнозы погоды и его виды.

Хозяйственная деятельность человека в любой отрасли народного хозяйства зависит от погоды. Особенно это касается сельскохозяйственного производства, которое отличается от других сфер производствачрезвычайно сильной зависимостью от погодных условий, недаром его называют цехом под открытым небом. Правильный учет погодных условий позволяет получить максимальный экономический эффект и свести к минимуму ущерб от неблагоприятных явлений погоды.

Прогнозы подразделяются на краткосрочные (сутки – трое суток), долгосрочные (месяц) и сверхдолгосрочные – на сезон. При краткосрочном прогнозировании используется в основном синоптический метод, базирующийся на составлении синоптических карт регионов и их последующем анализе. Синоптические карты составляются по данным наблюдений метеорологических станций за определенный срок наблюдений, которые в зашифрованном виде

передаются в центры службы погоды. Вся эта информация о температуре, атмосферном давлении, осадках, высоте облаков, скорости и направлении ветра цифрами и условными знаками наносится на синоптическую карту, которые составляются 4 раза в сутки. Затем эти карты подвергают обработке: проводят изобары, выявляют расположение барических систем и их центров, расположение атмосферных фронтов, выделяются зоны облачности и осадков.

Обработанная синоптическая карта дает представление о фактической погоде на больших площадях земного шара. Кроме приземных карт составляются также и карты для разных высот в атмосфере (высотные карты). Сопоставление вновь составленных синоптических карт с предыдущими картами и дает возможность проследить перемещение и эволюцию циклонов и антициклонов, атмосферных фронтов и с той или иной вероятностью наметить пути и скорости их перемещения на ближайшее время. С учетом этого и делается заключение об ожидаемой погоде в рассматриваемом районе.

Краткосрочный прогноз погоды составляется также 4 раза в сутки на 18-36 часов. Большое значение для анализа и прогноза погоды и повышения их качества имеет использование спутниковой информации и различных динамических или численных методов. В настоящее время оправдываемость краткосрочных прогнозов достаточно велика: она составляет 80-90%.

В отличие от краткосрочных прогнозов проблема долгосрочных прогнозов погоды остается чрезвычайно сложной и нерешенной. Наибольшее распространение из множества испытанных методов получил прием подбора аналогов, предполагающий, что если предыдущие условия погоды в текущем году сходны с погодой года-аналога, то и последующее развитие погоды будет сходным, а следовательно,и погода в будущем окажется примерно такой же, как в году-аналоге. Однако метод этот не свободен от грубых ошибок, и оправдываемость долгосрочных прогнозов в среднем составляет около 70%.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое погода? С чем связаны периодические и непериодические изменения погоды?
2. Что такое воздушные массы?
3. Какова классификация воздушных масс?
4. Что такое атмосферный фронт?
5. Каковы признаки приближения фронта?
6. Что такое фронт окклюзии?
7. Что такое циклоны и антициклоны? Какую погоду определяют они зимой и летом?
8. Что такое синоптическая карта?
9. Каковы основные методы составления краткосрочных прогнозов погоды?
10. Какими методами составляются долгосрочные прогнозы погоды?

8. ОПАСНЫЕ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВАМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ

Опасные явления теплого периода и еры борьбы с ними.

Для сельского и лесного хозяйства неблагоприятными явлениями погоды являются засухи, суховеи, пыльные бури, заморозки, градобития, сильные ливни, длительные осадки и переувлажнение почвы в период уборки урожая, а в зимний период – сильные морозы, бесснежье или высокий снежный покров, ледяные корки. Для сельского хозяйства опасны засухи, которые могут вызывать катастрофическое снижение урожайности всех сельскохозяйственных культур, деградацию лугов, почвы, падеж скота и т.д., нанося огромный ущерб современному сельскому хозяйству.

Засухи и суховеи. Засуха – явление в почве и атмосфере, которое возникает при длительном отсутствии осадков, высоких температурах воздуха в сочетании с большой испаряемостью. В результате этого нарушается водный баланс, и растения резко снижают свою продуктивность. Засуха представляет особую опасность, если она сочетается с неблагоприятными условиями предшествующей осени и зимы (сухая осень, малоснежная зима, глубокое промерзание почвы и т.д.) [6].

Различают почвенную засуху, характеризующуюся отсутствием физиологически доступной растениям влаги в почве, и атмосферную засуху, обусловливающую сильную транспирацию растений и испарение с поверхности почвы и воды. Когда оба эти явления наблюдаются одновременно, то говорят об общей засухе. По интенсивности различают слабые, средние, сильные и очень сильные засухи. Для количественной характеристики засух используют различные показатели.

Широко распространен критерий засухи по величине гидротермического коэффициента (ГТК) Селянинова, представляющего собой отношение количества выпавших за вегетационный период осадков к 0,1 суммы температур воздуха за тот же период. Критерии ГТК следующие: ГТК≤0,3 соответствует очень сильной засухе, вызывающей снижение урожая более чем на 50%; ГТК = 0,4-0,5 соответствует сильной засухе, вызывающей падение урожая на 30-50%; ГТК = 0,6-0,7 со-ответствует средней засухе и вызывает снижение урожая на 20-30%. ГТК = 0,8-0,9 соответствует слабой засухе, вызывающей снижение урожая на 10-20%.

Наиболее надежным показателем почвенной засухи являются данные о влажности почвы. Так, М. С. Кулик [13] критерием засушливости принимает иссушение пахотного и метрового слоя почвы. Декады, в которых запасы влаги в пахотном слое составляют менее 34-20 мм, относятся к засушливым, а менее 10 мм – к сухим и свидетельствуют о начале засухи.

По времени наступления различают весеннюю, летнюю и осеннюю засухи. В наиболее засушливые годы засухи охватывают два и даже три сезона или же засуха, начавшаяся весной, продолжается до глубокой осени и в этом случае она называется устойчивой засухой. Весенняя засуха совпадает по времени с первыми

этапами роста и развития зерновых культур. Особенно опасна для растений продолжительная весенняя засуха, развившаяся на фоне недостатка влаги в осенний и зимний периоды. Летняя засуха наблюдается обычно в то время, когда у зерновых культур происходят процессы закладки и формирования цветков – важнейших элементов продуктивности.

Поэтому засушливость летних месяцев резко снижает урожай. Осенняя засуха задерживает прорастание озимых, замедляет осеннюю вегетацию, снижает морозостойкость растений.

Засухи часто сопровождаются суховеями, что усиливает их вредное действие на растения. Под суховеем в общем смысле понимают ветер, при котором высокая температура воздуха сочетается с низкой относительной влажностью воздуха и большим дефицитом упругости водяного пара. В агрометеорологической практике суховеем обычно считают ветер скоростью более 5 м/с, при котором хотя бы в один срок наблюдений относительная влажность уменьшилась бы до 30% и ниже, температура воздуха повысилась бы до 250 и выше, а дефицит упругости водяного пара составлял бы не менее 20 мб. Суховеи в период образования цветков приводят к недоразвитию части цветков, в результате чего сильно сокращается число зерен в колосе. При цветении суховеи вызывают гибель цветков, приводят к преждевременному высыханию зерна и его щуплости.

Способы защиты от засух: орошение, полезащитное лесоразведение, влагосберегающие способы обработки почвы, правильный подбор засухоустойчивых культур, снегозадержание.

Пыльные бури. Сильный ветер. Продолжительные весенние засухи нередко приводят к возникновению пыльных бурь. Это сильные ветры со скоростью более 10 м/с, несущие большое количество пыли и разрушающие поверхностный слой почвы, не защищенной растительностью. Наибольшее развитие они получают в степной, полупустынной и пустынной зонах. Комплекс факторов, при которых увеличивается вероятность возникновения пыльных бурь, включает иссушенность верхнего слоя почвы, отсутствие растительного покрова на полях и низкую (менее 50%) относительную влажность воздуха. Наибольшая повторяемость пыльных бурь отмечается весной и летом.

Наиболее сильному выдуванию подвержены легкие по механическому составу почвы (песчаные, супесчаные и легкосуглинистые). Обладая значительной рыхлостью, эти почвы свободно пропускают влагув более глубокие слои, благодаря чему их поверхность быстро иссушается и подвергается воздействию даже не очень сильного ветра.

Противоэрозионная устойчивость почвы достигается рациональными приемами обработки, внесением минеральных и органических удобрений, травосеянием и т.д. Для защиты почвы от ветровой эрозии широко используется посадка древесно-кустарниковых форм в виде полос поперек господствующего направления ветра. А также внедрение почвозащитных севооборотов с посевами многолетних трав, полосное чередование многолетних и однолетних культур, применение химических средств, увеличивающих сцепление почвенных частиц и т.д. Зональные почвозащитные мероприятия разрабатываются для каждой

почвенно-климатической зоны с учетом специфики климата и микроклимата, рельефа и типа почв, набора возделываемых культур и применяемой зональной системы земледелия.

Прогноз пыльных бурь сводится к прогнозу сильного ветра с учетом складывающейся обстановки по условиям увлажнения. В лесу сильные ветры, особенно штормовые и ураганные (со скоростями более 18 м/с) могут вызвать поломку ветвей и стволов (бурелом), вывал деревьев вместе с корнями (ветровал), обрыв части корней при раскачивании деревьев. Нередко ветровалы и буреломы полностью уничтожают насаждения на больших площадях. Наиболее подвержены ветровалу чистые насаждения с поверхностной корневой системой (ельники, пихтарники, букняки) и насаждения, произрастающие на избыточно увлажненных почвах. Для предупреждения ветровала большое значение при проведении рубок имеет тщательное соблюдение главного и промежуточного использования лесоводственных правил, учитывающих влияние ветра.

Град. Сильные ливневые дожди. Значительный ущерб сельскому хозяйству могут нанести такие стихийные гидрометеорологические явления, как град и сильные ливни. Причем град нередко сильно повреждает посевы и насаждения или полностью уничтожает их. В большинстве случаев размер градин составляет 1-2 см, а максимальный диаметр градин достигает 6-8 см. Наиболее интенсивные и продолжительные градобития связаны с развитием сверхмощных градовых облаков, имеющих большую горизонтальную (30 км и более) и вертикальную (12 км и более) протяженность. Град выпадает полосами. Часто ширина градовой полосы составляет 3-5 км, а длина – 15-20 км. В отдельных случаях градобитием бывают охвачены площади шириной до 20 км и длиной 100-200 км. Продолжительность выпадения града в отдельном пункте колеблется от нескольких секунд до 1 ч, чаще всего она составляет 5-10 мин.

За критерий опасного гидрометеорологического явления принят град с диаметром не менее 7 мм в период цветения и созревания сельскохозяйственных культур, когда поврежденные им органы не могут быть восстановлены. Ежегодно в мире размеры ущерба от градобитий составляют примерно 2 млрд долларов. Поэтому во многих странах разрабатываются и применяются различные способы воздействий на градовые процессы с целью уменьшения ущерба от градобитий.

Основой метода активного воздействия на градовые облака является предотвращение процесса образования крупных градин путем засева градовых облаков льдообразующими реагентами, в качестве которого чаще используется йодистое серебро. Для защиты сельскохозяйственных культур от градобитий применяются зенитные пушки или ракетные противоградовые комплексы. Обнаружив с помощью радиолокаторов зону градового очага, в нее доставляют реагент с помощью снарядов или ракет.

Для проведения противоградовых работ организуются противоградовые отряды, каждый из которых обеспечивает защиту посевов от градобитий на площади около 100 тыс. га. Убытки от града на защищаемой территории уменьшаются на 50-70%.

Определенный ущерб сельскому хозяйству могут нанести сильные ливневые

дожди, обычно охватывающие небольшую площадь и имеющие относительно случайное пространственно-временное распределение. Суточный максимум ливневых осадков в годовом ходе повсеместно приходится на теплый период. Сильные ливневые дожди за сутки могут дать 80-100 мм осадков. В Саратове, например, 27 июня 1985 г. за сутки выпало 105 мм осадков. Естественно, что такое количество осадков не могло не иметь никаких последствий и обусловило значительное полегание посевов как озимых, так и яровых хлебов. Часто сильные ливни вызывают полегание зерновых культур на 20-30% посевных площадей, а в отдельные годы – 80%. При полегании ухудшается налив зерна, затрудняется уборка и увеличиваются потери урожая. Кроме того, ливневые дожди или длительные осадки могут вызывать стекание и прорастание зерна, особенно полеглых хлебов, способствуют развитию болезней сельскохозяйственных культур. Из-за переувлажнения почвы также могут сложиться тяжелые условия для уборки зерновых и технических культур. Сильные ливневые осадки не успевают проникнуть в почву, и большая их часть стекает, смывая верхние плодородные слои почвы со склонов и вызывая водную эрозию.

Заморозки. Заморозком называется понижение температуры воздуха или почвы до 0°С и ниже на фоне положительных средних суточных температур воздуха. Особенно опасны поздние весенние и ранние осенние заморозки. В вегетационный период они могут вызвать повреждение почек молодых листьев, хвои и побегов (особенно у ели), а также цветков, завязей и всходов растений. При сильных повреждениях, вызванных заморозками, растения, особенно молодые, могут погибнуть. Для большинства древесных культур в начале периода вегетации опасны заморозки с температурами ниже -3-4°С. По условиям образования заморозки разделяются на 3 типа: радиационные, адвективные и адвективно-радиационные.

Радиационные заморозки возникают вследствие охлаждения деятельной поверхности и прилегающих слоев воздуха из-за большого эффективного излучения. Они обычно образуются в тихую ясную погоду ночью, редко бывают сильными и с восходом Солнца быстро исчезают.

*Адвективные замороз*ки образуются в результате вторжения холодных воздушных масс (обычно арктических воздушных масс). Они могут обусловить резкое и сильное понижение температуры воздуха, начаться в любое время суток и длиться непрерывно несколько суток подряд. Эти заморозки охватывают большие территории и мало зависят от местных условий.

Адвективно-радиационные заморозки возникают при адвекции холодного воздуха, охлаждение которого усиливается большим эффективным излучением. Наиболее сильными эти заморозки бывают ночью при ясной погоде. При радиационных и адвективно- радиационных заморозках всегда образуются приземные инверсии температуры. Более сильными и частыми заморозки бывают в пониженных формах рельефа, куда скатывается более холодный воздух, а также над темными и рыхлыми почвами.

Радиационные и адвективно-радиационные заморозки усиливаются в ясную погоду при сухом воздухе и слабом ветре. Опасность заморозков для культурных

растений различна и зависит от вида, сорта и фазы развития растений, а также времени их наступления.

По степени устойчивости к заморозкам все полевые культуры делят на 5 групп (Степанов В.Н.):

1) наиболее устойчивые, выносящие кратковременные заморозки до -7-10°С в начальные фазы развития (зерновые и зернобобовые культуры), в цветение уже -1-2°С;

2) устойчивые, выдерживающие в начале развития заморозки до -5-7°С (лен, конопля);

3) среднеустойчивые, выдерживающие в фазе всходов заморозки -3-4°С (соя, редис);

4) малоустойчивые, выносящие в начале вегетации до -2°С кукуруза, картофель, табак;

5) неустойчивые, теплолюбивые, повреждаются при -0,5-1,5°С(гречиха, хлопчатник, бахчевые).

Организация работ по борьбе с заморозками в хозяйстве должна начинаться с обеспечения прогноза заморозка. Предупреждение о возможности наступления заморозка передается по радио обычно для обширной территории с интервалом ожидаемых минимальных температур 3-5°С. На всех метеостанциях, обслуживающих сельскохозяйственное производство, проводится уточнение прогноза с учетом местных условий, что позволяет рассчитать ожидаемую минимальную температуру с точностью до 1-2°С. Уточнение прогноза заморозка производится по разработанным формулам. Одной из наиболее распространенных формул для прогноза заморозков по наблюдениям в одной точке является формула Михалевского. Расчет по этой формуле проводится на основании наблюдений в 13 ч и уточняется после 19 ч. Формула Михалевского имеет вид:

а) для определения минимальной температуры воздуха:

$T_{min\ в\text{-}ха} = T_1 - (T - T_1)\ C \pm A$;

б) для определения минимальной температуры на поверхности почвы:

$T_{min\ п\text{-}вы} = T1 - (T - T_1)\ 2C \pm A$,

где Т – температура по сухому термометру в 13 ч;

T_1 – температура по смоченному термометру в 13 ч;

С – коэф., зависящий от влажности воздуха в 13 ч (берется из таблицы);

А – поправка на облачность в 19 ч. В 19 ч в полученный результат вносится поправка на облачность.

Если небо ясное, то поправку понижают на 20°С, при облачности от 4 до 7 баллов расчет остается без изменений, при полной облачности расчет повышается на 20°С. Если расчетная величина ниже 2°С, то надо ожидать заморозок, при значениях от 0 до 2°С заморозок вероятен, при значениях выше 2°С – маловероятен. Для защиты растений от заморозков используют дымление, обильные поливы, мульчирование почвы, а также укрытие растений различными подручными материалами.

Опасные явления холодного периода и меры борьбы с ними.

В холодный период зимующие растения могут подвергаться влиянию таких неблагоприятных погодных явлений, как сильные морозы при малой высоте или отсутствии на полях снежного покрова, что способствует вымерзанию зимующих культур. Хорошо подготовившиеся к зиме древесные растения умеренной зоны способны переносить без вреда довольно низкие температуры (до -50°С), причем большинство из них требует для своего нормального развития определенного периода воздействия низких температур. Однако при очень сильных морозах некоторые древесные породы (особенно в молодом возрасте и экзоты) могут сильно повреждаться (обмерзают почки, побеги, а иногда растения вымерзают целиком). У многих древесных пород при резком понижении температуры происходит растрескивание ствола вдоль – образуются морозобойные трещины.

Продолжительные и сильные оттепели в конце зимы могут вызвать пробуждение растений, но затем при последующих морозах – их гибель. Промерзание почвы в зимний период является причиной выжимания молодых растений и разрыва корней у деревьев старшего возраста. Критическая температура вымерзания хорошо развитых с осени озимых культур составляет -18-20°С на глубине узла кущения (3 см), плохо развитых – -15-17°С.

Снежный покров для зимующих культур может иметь как положительное, так и отрицательное значение. Мощный снежный покров, установившийся рано при слабом промерзании почвы, также неблагоприятно сказывается на посевах, вызывая выпревание.

Выпревание растений происходит в результате длительного пребывания растений под высоким (более 30 см) снежным покровом, при слабом промерзании почвы и ее температуре на глубине узла кущения растений, близкой к 0°С. По данным физиологов, при таких условиях растения быстро расходуют запасы питательных веществ на дыхание, истощаются и подвергаются грибковым заболеваниям, от которых погибают. Процесс истощения растений продолжается 2-3 месяца и зависит от состояния растений осенью, степени их закаливания и температуры почвы на глубине узла кущения и ее поверхности под снежным покровом. Кроме вышеперечисленных явлений кчислу неблагоприятных в зимний период следует отнести ледяные корки, выпирание, выдувание и вымокание растений.

Вопросы для самоконтроля

1. Что называется засухой?
2. Каковы типы засух по времени наступления?
3. Как оценивается интенсивность засух?
4. Что называется суховеем?
5. Что такое пыльные бури? Каковы причины их образования?
6. Каковы меры борьбы с засухами?
7. Каковы меры защиты почвы от ветровой эрозии?
8. Что такое заморозки? Какие существуют типы заморозков поусловиям

образования?

9. Каковы способы прогноза заморозка?

10. Какой вред наносят сельскому хозяйству неблагоприятныеявления погоды, град и сильные ливни?

9. АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Агроклиматическая информация, ее виды и назначение.

Работы по гидро- и агрометеорологическому обеспечению народного хозяйства возглавляет Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет).

Росгидромету подчинены межрегиональные территориальные управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС), Гидрометцентр России, региональные гидрометцентры, научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии «Планета», научно-исследовательские институты (Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова, ВНИИ гидрометеорологической информации – Мировой центр данных, ВНИИ сельскохозяйственной метеорологии, Центральное конструкторское бюро гидрометеорологического приборостроения и др.).

Территориальные УГМС руководят работой областных центров по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, местных обсерваторий, а также наблюдательных гидрометеорологических и агрометеорологических станций и постов.

Главная задача гидрометеорологического обеспечения – регулярное оказание всесторонней помощи сельскому хозяйству в наиболее полном и рациональном использовании климатических и погодных условий с целью получения высоких и устойчивых урожаев.

Особенностью сельского хозяйства, принципиально отличающей его от других сфер производства, является чрезвычайно сильная зависимость от метеорологических факторов. По некоторым оценкам, из всех потерь, которые наносят хозяйству страны неблагоприятные погодные условия, на сельское хозяйство приходится около 65%. Около половины этих потерь на сегодняшний день можно предотвратить и устранить с помощью соответствующих агротехнических приемов.

Успешность применения любых систем земледелия и агротехнических приемов определяется тем, насколько эффективно удается бороться с опасными метеорологическими явлениями: засухой, заморозками, градобитиями и т.д., и тем, насколько полно используются в процессе формирования урожая имеющиеся почвенно-климатические ресурсы: свет, тепло, влага и питательные элементы.

Увеличение продуктивности земледелия требует тщательного учета метеорологических факторов при принятии хозяйственных решений на всех уровня:

– при составлении долгосрочных проектов повышения почвенного

плодородия, проектировании мелиоративных сооружений, районировании производства и т.д.;

– планировании агротехнических мероприятий на предстоящий вегетационный период;

– оперативном управлении технологическими процессами и дифференцированном применении агротехнических приемов в соответствии со складывающимися и ожидаемыми (прогнозируемыми) условиями в период вегетации.

При районировании сельскохозяйственного производства, составлении проектов землеустройства, мелиорациях и принятии других решений, последствия реализации которых сказываются в течение длительного времени, основное значение имеет агроклиматическая информация. Причем, используя ее, важно учитывать не только средние многолетние значения гидро- и агрометеорологических факторов, но и их вероятные характеристики. Наличие вероятной информации позволяет выбрать из нескольких допустимых хозяйственных решений оптимальное.

При планировании агротехнических мероприятий на предстоящий период вегетации существенное значение приобретают информация о складывающихся агрометеорологических условиях и долгосрочные агрометеорологические прогнозы.

Наконец, на этапе оперативного управления продукционным процессом дифференциация агротехнологии осуществляется по результатам текущих наблюдений за состоянием посевов и средой обитания растений. Существенное значение для планирования отдельных работ имеют краткосрочные прогнозы погоды и отдельных ее элементов, а также штормовые предупреждения об ожидаемых опасных для сельского хозяйства метеорологических явлениях.

Вся информация, необходимая для решения перечисленных выше и других хозяйственных задач, собирается на сети станций и постов при наземных и авиационных, визуальных и инструментальных наблюдениях, а также с помощью искусственных спутников Земли.

Оперативные подразделения Росгидромета регулярно обеспечивают все звенья сельскохозяйственного производства различными видами информации, основными из которых являются следующие:

1. Метеорологические прогнозы различной заблаговременности: на месяц, на период 5-7 дней, на 3 дня, на сутки.

2. Предупреждения об опасных явлениях погоды – включаются в прогноз погоды или передаются немедленно при угрозе возникновения таких явлений по телефону и радио непосредственно в хозяйства и районные организации.

3. Агрометеорологическая информация о погодных условиях и их влиянии на развитие и формирование урожая сельскохозяйственных культур, на проведение полевых работ, на выпас скота на пастбищах – представляется в форме ежедневных сводок, пятидневных, недельных и декадных обзоров (бюллетеней), а также в форме специальных справок, где обобщается агрометеорологическая

информация за какой-либо важный в производственном отношении период (период весенних полевых работ, период уборки урожая и др.) или за период с неблагоприятными погодными условиями. Агрометеорологические обзоры составляются также за вегетационный период, за период перезимовки сельскохозяйственных культур, за сельскохозяйственный год.

Для хозяйств и организаций, обслуживаемых метеостанцией, основной формой является декадная сводка, содержащая данные о средней суточной, максимальной и минимальной температурах воздуха за каждый день декады, о количестве осадков, влажности воздуха и почвы, состоянии сельскохозяйственных культур.

4. Гидрологические прогнозы – это прогнозы режима вод рек, водохранилищ и других водных объектов. Они позволяют решать ряд важных водохозяйственных задач, в том числе более рационально планировать размеры орошаемых площадей и оросительные нормы по ожидаемой водности рек.

5. Агрометеорологические прогнозы – один из главных видов обеспечения сельскохозяйственного производства.

6. Режимная, или агроклиматическая, информация содержится в различных агроклиматических и климатических справочниках, специальных монографиях, картах и т.п.

Различные отрасли сельского хозяйства имеют свои особенности, что обусловливает специализацию агрометеорологического обеспечения сельскохозяйственного производства. Наибольшее развитие получило обслуживание растениеводства, в частности зернового хозяйства, овощеводства, хлопководства, субтропического садоводства. За последние десятилетия интенсивно разрабатываются методы обслуживания орошаемого земледелия, пастбищного животноводства, началось обслуживание оленеводства.

Для обеспечения зернового хозяйства составляются прогнозы сроков наступления основных фаз развития и созревания сельскохозяйственных культур, прогнозы урожайности основных культур, прогнозы запасов влаги в почве к началу весенних полевых работ и в вегетационный период. Кроме прогнозов, дается оценка метеорологических условий в период зерновых, и обосновываются способы их уборки в зависимости от погоды.

В садоводстве, особенно при возделывании цитрусовых, большое значение имеет размещение посадок в теплообеспеченных формах рельефа. Поэтому для обеспечения садоводства зимой составляются прогнозы заморозков, низкой температуры воздуха и почвы, опасной для плодовых почек, однолетних побегов и корневой системы. Кроме того, параллельно с прогнозом заморозков составляется прогноз сроков наступления фазы цветения плодовых культур.

Для обслуживания орошаемого земледелия разработаны методы расчета норм орошения на основе учета сложившихся и ожидаемых метеорологических условий, методы расчета и прогнозы оптимальных сроков и норм полива в зависимости от фаз развития растений, свойств почвогрунтов и погодных условий.

При обслуживании хлопководства на орошаемых землях даются информации и прогнозы водности рек и водохранилищ, что водой в данном году.

На основании наблюдений за температурой почвы в предпосевной период даются рекомендации по выбору оптимальных сроков сева. Обоснование оптимальных сроков дефолиации проводится на основе наблюдений за фитоклиматом посевов, развитием и ростом растений.

Агрометеорологическая информация для орошаемого земледелия, кроме обычных метеорологических данных, включает сведения: 1) о влажности почвы орошаемых полей; 2) о глубине стояния грунтовых вод; 3) о росте, развитии и формировании элементов продуктивности орошаемых растений при разных режимах орошения; 4) о поливных нормах, сроках и качестве полива.

Методы оценки и прогноза условий формирования продуктивности пастбищной растительности, разработанные А. П. Федосеевым, И. Г. Грингофом и др., позволяют объективно оценивать кормовую базу скота на пастбищах. Авиационные обследования пастбищ являются современным средством получения этой важной информации о запасах кормов. Большое значение имеют правильно выбранные критерии неблагоприятных условий для выпаса скота. Метеорологическая информация, важная для пастбищного животноводства, прогнозы погоды и предупреждения об опасных явлениях регулярно передаются по радио, что позволяет заблаговременно подогнать скот к стоянкам и укрытиям, выбрать наиболее благоприятные по метеорологическим условиям пути перегона скота из предгорных районов на высокогорные пастбища.

Специализированное агрометеорологическое обеспечение отраслей сельского хозяйства развивается в соответствии с запросами производства и способствует дальнейшему развитию сельского хозяйства.

Работа агрометеорологического поста по обслуживанию сельскохозяйственного производства.

Основную гидрометеорологическую и агрометеорологическую информацию, которая может интересовать агронома и других руководителей хозяйств, можно получить на ближайшей Гидрометеорологической (агрометеорологической) станции или посту.

Государственная гидрометеорологическая сеть станций и постов предназначена для изучения гидрометеорологических условий и режима погоды на территории России. С этой целью ведут различные наблюдения и работы, необходимые:

для обеспечения регулярной информацией учреждений Росгидромета о текущем состоянии погоды, об опасных гидрометеорологических явлениях, а также для составления краткосрочных и долгосрочных метеорологических, гидрологических и агрометеорологических прогнозов и расчетов;

изучения метеорологического, гидрологического и агрометеорологического режимов территории России и составления различных обобщений (ежегодники, справочники, атласы, описания и др.);

проведения научных исследований в области метеорологии, гидрологии и агрометеорологии, особенно для разработки методов прогнозов и расчетов.

В зависимости от профиля выполняемых наблюдений и работ все гидрометеорологические станции и посты подразделяют по видам (метеорологические, аэрологические, гидрологические, болотные, снеголавинные, агрометеорологические и др.), а в зависимости от объема наблюдений и работ по разрядам (1, 11, III).

На метеорологических станциях ведут круглосуточные наблюдения за погодой.

На аэрологических станциях измеряют температуру и влажность воздуха, скорость ветра на больших высотах.

На гидрологических станциях изучают гидрологический режим водных объектов; на водно-балансовых станциях ведут наблюдения за составляющими водного баланса и изучают их взаимосвязи в различных физико-географических районах, как в естественных условиях, так и после проведения различных агротехнических и лесомелиоративных мероприятий.

На болотных станциях проводят наблюдения за всеми элементами водного и теплового режимов крупных болотных массивов, а также исследуют влияние на эти режимы мелиоративных мероприятий и торфоразработок.

Агрометеорологические станции являются специализированными исследовательскими станциями, планомерно и всесторонне изучающими агрометеорологические условия и их влияние на сельскохозяйственное производство с учетом его специализации в различных почвенно-климатических зонах.

Основным принципом агрометеорологических наблюдений является сопряженность (параллельность) наблюдений за погодой, с одной стороны, и за развитием, ростом и состоянием сельскохозяйственных растений – с другой.

Метеорологическая часть включает круглосуточные измерения радиационного баланса и его составляющих, температуры и влажности воздуха, температуры почвы, скорости и направления ветра, осадков. Кроме того, постоянно наблюдают за облачностью, атмосферными явлениями (туманом, гололедом, изморозью, метелью и др.). В зимний период определяют глубину промерзания почвы и высоту снежного покрова.

Агрометеорологическая часть состоит из следующих наблюдений и определений.

В теплый период на полях с посевами:

проводят фенологические наблюдения; определяют густоту посевов, засоренность и зараженность посевов, повреждения растений неблагоприятными метеорологическими явлениями (заморозками, суховеями, градом и др.); наблюдают за формированием элементов продуктивности и определяют структуру урожая сельскохозяйственных культур; наблюдают за полеганием посевов, влажностью соломы, зерна и его прорастанием при неблагоприятных условиях уборки, за проведением полевых работ с оценкой их качества и влияния на них погодных условий, за условиями выпаса скота с учетом состояния пастбищ, за влажностью почвы на полях севооборота (визуально и с помощью инструментальных измерений).

Зимой ведут наблюдения:

за температурой почвы на глубине узла кущения; глубиной промерзания почвы под культурами; высотой и плотностью снежного покрова на полях с зимующими культурами и в садах; состоянием (жизнеспособностью) растений.

У озимых и многолетних трав для этого вырубают монолиты (в январе и феврале) и помещают их в ящики, которые устанавливают в теплом светлом помещении. После оттаивания монолитов определяют внешний вид и фазу развития растений. Через 15 сут подсчитывают число живых отрастания растений и определяют процент погибших растений.

У плодовых культур через 5...7 сут после сильных морозов (-25...-30 °С) срезают одно- и двулетние ветки и ставят в сосуд с теплой водой на 20...25 сут. Затем подсчитывают общее число почек на ветке, а также число набухших и распустившихся. Не- распустившиеся почки считают поврежденными (на срезе они имеют бурую или желтоватую окраску). Кроме того, также по окраске среза определяют степень повреждения древесины.

Результаты наблюдений после их первичной обработки и контроля на станциях передают по специальным каналам в межрегиональные территориальные УГМС и их областные и краевые оперативно-производственные сетевые организации, а оттуда в Гидрометцентр России.

Основные принципы организации и методы проведения всех видов гидрометеорологических и агрометеорологических наблюдений и связанных с ними работ, а также методы обработки результатов наблюдений, выполняемых станциями, постами и учреждениями Гидрометслужбы, регламентируются Наставлением гидрометеорологическим (агрометеорологическим) станциям и постам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лосев, А. П. Агрометеорология: учебник для вузов / А. П. Лосев, Л. Л. Журина. – М.: Колос, 2001. –302 с.
2. Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. – Вып. 3. – Ч. 1. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 301 с.
3. Код для составления ежедневных метеорологических телеграмм на сухопутных станциях КН-01. – Л.: Гидрометеоиздат, 1989. –64 с.
4. Виноградова, Л. И. Агрометеорология: методические указания / Л. И. Виноградова. – Красноярск, 2010. – 40 с.
5. Виноградова, Л. И. Агрометеорология: методические указания к учебной практике / Л. И. Виноградова. – Красноярск, 2001. – 19 с.
6. Лосев, А. П. Агрометеорология / А. П. Лосев, Л. Л. Журина. – М.: Колос, 2004. – 301 с.
7. Чирков, Ю. И. Агрометеорология: учебник для вузов / Ю. И. Чирков. – Л.: Гидрометеоиздат, 1986. – 296 с.
8. Шульгин, А. М. Снежная мелиорация и климат почвы / А. М. Шульгин. – Л.: Гидрометеоиздат, 1986. – 70 с
9. Уланова, Е. С. Агрометеорологические условия и урожайность озимой пшеницы / Е. С. Уланова. – Л.: Гидрометеоиздат, 1975.
10. Левицкая, Н. Г. Основы агрометеорологии: учебное пособие / Н. Г. Левицкая, Ю. В. Бондаренко. – Саратов: Саратовский источник, 2012. – 150 с.
11. Атлас облаков / под ред. А. Х. Хргиана и Н. Н. Новожилова. – Л.: Гидрометеоиздат, 1978.
12. Борисенков, Е. П. Климат и деятельность человека / Е. П. Борисенков. – М.: Наука, 1982. – 134с.
13. Кулик, М. С. Погода и минеральные удобрения / М. С. Кулик. – Л.: Гидрометеоиздат, 1966. – 137 с.
14. Шашко, Д. И. Агроклиматические ресурсы СССР / Д. И. Шашко. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 247 с.
15. Бондаренко, Ю. В. Гидрология, климатология и метеорология: учебное пособие / Ю. В. Бондаренко, Б. В. Фисенко, В. В. Афонин. – Саратов, 2016. – 292 с.
16. Косарев, В. Н. Лесная метеорология с основами климатологии: учебное пособие / В. П. Косарев, Т. Т. Андрющенко. – Саратов: Лань, 2009. – 288 с.
17. Бондаренко, Ю. В. Методы полевых гидрологических и метеорологических исследований: учебное пособие / Ю. В. Бондаренко. – Саратов: Наука, 2011. – 202 с.
18. Павлова, М. Д. Практикум по агрометеорологии: учебное пособие / М. Д. Павлова. – Л.: Гидрометеоиздат, 1984. – 184 с.
19. Иванников, А. В. Методика прогнозирования запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы на начало полевых работ: практикум по растениеводству / А. В. Иванников. – Акмола, 1996. –С. 42-45.

20. Атлас облаков // Сельскохозяйственная энциклопедия: в 6 т. / под ред. В. В. Мацкевича и П. П. Лобанова. – М.: Советская энциклопедия, 1973. – Т. 4. – С. 209.

А. А. Сабанова

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

учебное пособие для обучающихся по специальности
35.02.05 Агрономия

Лицензия: ЛР. № 020574 от 6 мая 1998 г.

Электронная версия 2023 г.
Бумага формат А4 (210х297 мм), масса 80 г/м2.
Усл. печ.л 9,62. Заказ

_____

362040, Владикавказ, ул. Кирова, 37.
Типография ФГБОУ ВО Горский ГАУ

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 3EE7962F03675FD1CCC681245B854EBA
Владелец: Гогаев Олег Казбекович
Действителен: с 04.12.2023 до 26.02.2025

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Горский государственный аграрный университет»
(ФГБОУ ВО Горский ГАУ)

Кафедра землеустройства и экологии

ОБРАБОТКА И ВОСПРОИЗВОДСТВО ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

методические указания к практическим занятиям
для обучающихся по специальности 35.02.05 Агрономия

Владикавказ 2023

УДК 631.4
ББК 40.3

Составители: Гаджиев Р.К., Рогова Т.А.

Рецензент: Басиев С.С. - д-р с.-х. наук, профессор, зав. кафедрой агрономии, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО Горский ГАУ

Обработка и воспроизводство плодородия почв: методические указания / Составители: Р. К. Гаджиев, Т. А. Рогова – Владикавказ: ФГБОУ ВО Горский ГАУ, 2023 – 46 с.

Методические указания, представленные в данном документе, призваны помочь студентам лучше понять и освоить практические аспекты работы по ключевым темам курса, включая агрофизические характеристики почвы, методы борьбы с сорными растениями, принципы севооборота и обработки почвы, методы защиты почвы от эрозии и способы восстановления органического вещества в почве в рамках севооборота. Для каждой практической работы указаны конкретные цели и методы их достижения. Работы представлены в определенном порядке, который обеспечивает логическую последовательность и взаимосвязь между ними. В конце каждого раздела приводятся контрольные вопросы.
Для обучающихся по специальности 35.02.05 Агрономия.

© Издательство ФГБОУ ВО Горский ГАУ, 2023
© Гаджиев Р.К., Рогова Т.А., 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4

РАЗДЕЛ 1. АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЕЕ ПЛОДОРОДИЕ 7
Работа 1. Определение средней плотности (объемной массы) и влажности почвы (2ч) 7
Работа 2. Определение сложения (строения) пахотного слоя почвы (4ч) 9
Работа 3. Определение водопрочности структуры почвы по методу П. И. Андрианова(2ч) 12
РАЗДЕЛ 2. СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ 16
Работа 4. Изучение основных биологических групп сорных растений, их особенности и представители (2ч) 16
РАЗДЕЛ 3. СЕВООБОРОТЫ 19
Работа 5. Севообороты и монокультура, понятия и определение (2ч) 20
Работа 6. Разработка схем севооборотов в различных почвенно-климатических условиях(4)
Работа 7. Оценка продуктивности разработанных севооборотов (2)
РАЗДЕЛ 4. ОБРАБОТКА ПОЧВЫ 25
Работа 8. Обработка почвы под яровые и озимые культуры (2ч) 25
РАЗДЕЛ 5. ВОСПРОИЗВОДСТВО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И СИСТЕМЫ ПРОТИВОЭРОЗИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В СЕВООБОРОТЕ 27
Работа 9. Воспроизводство органического вещества почвы в севообороте. Расчет гумусового баланса (6ч) 27
Работа 10. Разработка системы противоэрозионных мероприятий в севообороте (2ч)
ПРИЛОЖЕНИЯ 38
ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАЧЁТА 40
ГЛОССАРИЙ 42
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА 46

ВВЕДЕНИЕ

Плодородие почвы – это важнейшее свойство почвы, без которого почву можно считать не пригодной и бесполезной. С давних времен человек при использовании земли оценивал ее, прежде всего с точки зрения способности производить урожай растений. Поэтому понятие плодородие почвы было известно еще с древних времен и выражало наиболее существенное свойство земли как средства производства.

Плодородие почвы - способность почвы удовлетворять потребности растений в элементах питания, воде, обеспечивать их корневые системы достаточным количеством воздуха, тепла и благоприятной физико-химической средой для нормальной деятельности [1,5].

Различают следующие виды плодородия: естественное (природное), искусственное, потенциальное, эффективное и экономическое.

Естественное (природное) плодородие – это плодородие, которым обладает почва (ландшафт) в естественном состоянии. Оно характеризуется продуктивностью естественных фитоценозов.

Искусственное плодородие (естественно-антропогенное) – плодородие, которым обладает почва (агроландшафт) в результате хозяйственной деятельности человека.

Потенциальное плодородие – способность почв (ландшафтов и агроландшафтов) обеспечивать определенный урожай или продуктивность естественных ценозов. Эта способность не всегда реализуется, что может быть связано с погодными условиями, хозяйственной деятельностью. Характеризуется потенциальное плодородие составом, свойствами и режимами почв.

Эффективное плодородие – часть потенциального, реализуемая в урожае сельскохозяйственных культур при определенных климатических (погодных) и агротехнических условиях. Эффективное плодородие измеряется урожаем и зависит как от свойств почв, ландшафта, так и от хозяйственной деятельности человека, вида и сорта выращиваемых культур.

Экономическое плодородие – это эффективное плодородие, измеряемое в экономических показателях, учитывающих стоимость урожая и затраты на его получение.

Для количественной оценки плодородия почв используют показатели, которые находятся в корреляционной связи с урожаем. Эти показатели объединены в три группы: агрофизические, биологические и агрохимические.

Агрофизические показатели плодородия почв представлены гранулометрическим и минералогическим составом, структурой, плотностью, объемом пор и пустот (капиллярный и некапиллярных) и мощностью пахотного слоя [1,3,5].

К биологическим показателям относятся содержание, запасы и состав органического вещества почвы, активность почвенной биоты, фитосанитарное состояние почвы [1,2,3,4.5].

Группу агрохимических показателей плодородия составляют содержание питательных веществ, реакция почвенной среды и поглотительные свойства почвы.

Показатели плодородия в большинстве случаев взаимосвязаны. Одни из них относятся к основополагающим, и определяют состояние всех почвенных процессов. Это гранулометрический и минералогический составы, органическое вещество и фитосанитарное состояние почвы. Другие показатели плодородия, такие, как активность почвенной биоты, агрофизические и агрохимические, в значительной мере являются производными.

При использовании почвы в интенсивном земледелии ее плодородие снижается, поскольку для производства растениеводческой продукции расходуются органическое вещество и элементы минерального питания, ухудшаются условия водно-воздушного режима, фитосанитарное состояние, микробиологическая деятельность и т.д. поэтому возникает необходимость управления плодородием почвы. Это означает определение оптимальных параметров показателей плодородия почвы в конкретных условиях производства и технологий воспроизводства оптимальных уровней плодородия.

Воспроизводство плодородия почвы бывает простое и расширенное. Возвращение почвенного плодородия к исходному первоначальному состоянию означает простое воспроизводство, тогда как создание почвенного плодородия выше исходного уровня – это расширенное воспроизводство плодородия.

Воспроизводство плодородия почвы в современном земледелии осуществляют двумя способами: вещественным и технологическим. Первый предполагает применение удобрений, мелиорантов, пестицидов и т.д., второй – севооборота, промежуточных культур, различных приемов обработки почвы и способов посева и др. эти пути направлены на достижение единой цели, хотя механизм действия их различен [1,3,5].

Вещественные факторы воспроизводства оказывают наиболее сильное и многообразное воздействие на плодородие почвы. Технологическое воздействие не в состоянии компенсировать материальные потери почвенного плодородия; его эффект основан на мобилизации вещественных ресурсов почвы и краткосрочен. В итоге это приводит к снижению постоянных источников почвенного плодородия, хотя и обеспечивает кратковременный успех в повышении урожаев сельскохозяйственных культур.

Естественная основа теории воспроизводства плодородия почвы закон возврата – частное проявление всеобщего закона сохранения вещества и энергии. Воспроизводство плодородия почвы начинают с определения оптимальных параметров модели плодородия. Модели плодородия строго дифференцированы в зависимости от природных условий хозяйства, специализации земледелия, экономического уровня производства.

Экспериментальное обоснование параметров плодородия конкретных земледельческих регионов позволяет дать объективную агрономическую оценку почвы. Это означает, что каждая модель плодородия почвы должна

обеспечивать эффективное использование удобрений, специализированных севооборотов, современных ресурсосберегающих технологий обработки почвы, мелиораций, средств защиты растений.

Центральным звеном современных агроландшафтных систем земледелия является севооборот. На его основе разрабатываются все агротехнические приемы: системы обработки почвы, удобрения, защита растений от вредителей, болезней и сорняков, система сельскохозяйственных машин и орудий, семеноводства и другие. Особое внимание следует уделять агроэкономическому и агроэкологическому обоснованию структуры посевных площадей. Рациональная структура посевных площадей должна складываться с учетом природно-географических, организационно-экономических, социально-демографических, технологических и экологических условий [1,3,4,5].

При изучении дисциплины следует разобраться в значении плодородия почв в целом, значении для хозяйства, растений и т.д. и т.п. Как основное средство производства в сельском хозяйстве почва характеризуется следующим важными особенностями: незаменимостью, ограниченностью, неперемещаемостью и плодородием. Эти особенности подчеркивают необходимость исключительно бережного отношения к почвенным ресурсам и постоянной заботой о повышении плодородия почв.

РАЗДЕЛ 1. АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЕЕ ПЛОДОРОДИЕ

Основные агрофизические свойства почвы изучаются в реальных полевых условиях, что позволяет получить знания, умения, навыки их определения, анализа и оптимизации с помощью различных земледельческих приемов. Работы по определению агрофизических свойств почвы выполняются в индивидуальном порядке. К выполнению задания приступить после того, как хорошо усвоены цель, методика и ход работы. По окончанию работы необходимо сделать соответствующие выводы, анализы, сформулировать предложения по улучшению показателей плодородия и сдать работу преподавателю.

Работа 1. Определение средней плотности (объемной массы) и влажности почвы (2ч).

Цель работы: ознакомится с методикой определения плотности и влажности почвы, и разработать план мероприятий по их оптимизации.

Под плотностью почвы понимают массу единицы объема абсолютно сухой почвы, взятой в естественном ненарушенном сложении. Выражается плотность через объемную массу в г/см^3, т/м^3.

Влажность почвы (весовая) это отношение массы испарившейся воды к массе абсолютно сухой почвы, выраженная в процентах.

Показатели плотности почвы необходимы для расчета запасов влаги, питательных веществ, пористости и во многом определяют водный, воздушный, тепловой режимы, условия роста и развития культурных растений.

Различают:

1) оптимальную плотность, при которой растения формируют наивысшую продуктивность;

2) равновесную плотность или плотность, к которой стремится почва под действием естественных причин: оседание (гравитация), попеременное промерзание и оттаивание, увлажнение и высушивание, воздействие почвенной биоты.

Для черноземных почв равновесная плотность находиться в прелелах 1,08-1,20 г/см^3. Если эти показатели плотностей близки – почва требует меньшего количества обработок, возможна минимализация при возделывании сельскохозяйственных культур, даже пропашных (широкорядных) путем уменьшения количества и глубины обработок почвы.

Объемная масса зависит от механического состава почвы, содержания перегноя, строения и сложения почвы, ее структурности и пр. Поэтому бывают значительные колебания объемной массы даже на одной и той же почвенной разности.

Зная объемную массу, можно сделать расчет содержания воды в почве (м^3/га), что имеет значение при применении поливов на орошаемых участках.

Объемная масса даст возможность рассчитать запас элементов питания растений вместо их процентного выражения.

Методика отбора образцов почвы:

Для этого используют специальные почвенные буры, состоящие из рукоятки с бобышкой, штанги с делениями, указателя-выталкивателя, полого цилиндра и съемного заостренного режущего кольца [3]. Режущее кольцо в нижней части имеет диаметр на 2 мм меньше чем в средней и верхней – этим и достигается ненарушенность сложения при отборе образца. Их отбирают чаще всего по слоям 10 см до 40 см, а иногда и глубже.

Повторность отбора 3-5 кратная на двух несмежных повторениях опыта, на производственных полях более многократная.

Отбор образцов ведут следующим образом:

1) собранный почвенный бур ставят на поверхность почвы перпендикулярно земле и вгоняют в почву ударами молота по бобышке до необходимой глубины;

2) достигнув еѐ, бур поворачивают по часовой стрелке, затем, вращая, извлекают из скважины, очищают острым ножом от излишков почвы;

3) снимают осторожно режущее кольцо, очищают его внутреннюю часть от почвы в картонный коробок, туда же выталкивают почву из полого цилиндра;

4) отобранный весь почвенный образец переносят в большой бюкс, предварительно пронумерованный и записанный в журнал или в прочный полиэтиленовый пакет с этикеткой;

5) отобранные полностью образцы в ящике переносят в лабораторию, где взвешивают;

6) почвенные пробы полностью высушивают, взвешивают, рассчитывают массу абсолютно сухой почвы, что фиксируется также в журнале;

7) Запись ведется по следующей форме:

- Дата _____
- Название почвы _____
- Глубина взятия образца почвы_____
- Высота кольца (h) ___см, диаметр кольца (d)___см., объема кольца (V)___см.
- Масса алюминиевого стаканчика № _____ (Б) _____ г
- Масса алюминиевого стаканчика с почвой до сушки (В)..... г,
- Масса алюминиевого стаканчика с почвой после сушки (Г) ..... г,
- Масса абсолютно сухой почвы в стаканчике (М), Д-Г-Б ……..… г

8) определяем объем почвенного образца, взятого для анализа по диаметру, режущей части кольца и его высоте по формуле:

$$V = \frac{ПД^2}{4} \times H$$

где:

П = 3,14; (2)

Д – диаметр кольца, см;

Н – высота кольца, см

9) Рассчитываем плотность почвы (г/см^3), как отношение массы абсолютно сухой почвы в кольце к объему, занимаемому образцом почвы, взятом для анализа:

$$p = m/V, \text{ г/см}^3$$

где

p – плотность почвы, г/см^3 ;

m – масса абсолютно сухой почвы в образце, г;

V – объем почвенного образца, см^3 .

10) Полученные данные заносим в рабочую тетрадь

Каждым студентом анализируются полученные данные плотности почвы
_____
_____
_____
_____

Разрабатываем план мероприятий по оптимизации плотности почвы:
_____
_____
_____
_____
_____

11) Определяем влажность почвы на момент отбора почвенных образцов

Влажность почвы = $\frac{В-Г}{Г-Б}\times 100\%$

Оборудование: режущее кольцо, нож почвенный, молот, алюминиевые стаканчики, картонный коробок, полиэтиленовые пакетики, фанерная дощечка, ящик с крышкой для транспортировки образцов, электрические весы, сушильный шкаф, этикетки, тетрадь для записей, карандаш.

Работу сдал_____
Подпись преподавателя_____

Работа 2. Определение сложения (строения) пахотного слоя почвы (4ч)

Цель работы: научиться рассчитывать объем газообразной фазы почвы ее порозность и аэрируемость.

Под строением (сложением) пахотного слоя понимают соотношение объемов, занимаемых твердой фазой почвы и различными видами пор (капиллярными и некапиллярными). Некоторое представление о строении пахотного слоя даѐт соотношение между объемами твердой, жидкой и газообразной фазами почвы [1,3,5].

Порозность (пористость) выражается в процентах от объема почвы. По своим размерам поры подразделяются на:

1. Некапиллярные - с диаметром более 1 мм;

2. Капиллярные - с диаметром от 1 до 0,001 мм;

3. Ультрапоры - с диаметром менее 0,001 мм.

В разных почвообразующих породах порозность имеет следующие величины: глинах - 44-50%, лесе - около 45%, крупном песке и гравии - 36-42%, песках - 35-40%.

Как следует из приведенных данных, по мере увеличения содержания частиц размером менее 0,001 мм величина порозности увеличивается. Это связано со способностью глинистых частиц образовывать агрегаты.

Порозность обычно составляет в верхних горизонтах почвы 55-70%, в нижних - 35-50%.

Порозность почвы изменяется от 26 до 65%. Наибольшей порозностью обладают почвы с хорошо выраженной структурой, наименьшая - у песчаных и оглеенных почв.

Соотношение объемов твердой фазы и различных видов пор называется сложением пахотного слоя. Оптимальным для роста растений считается, когда около половины ее объема приходится на поры. С пористостью связаны: влагоемкость, водопроницаемость, водоподъемная способность, интенсивность биологических процессов, удельное сопротивление, качество обработки.

Общая пористость складывается из капиллярной и некапиллярной пористости.

Некапиллярная пористость обусловлена наличием относительно широких пор между ее крупными агрегатами. Вода в таких порах передвигается под действием силы тяжести. Капиллярная обусловлена волосными порами, а вода в них передвигается под действием менисковых сил.

Лучшие условия в пахотном слое почвы создаются тогда, когда некапиллярная скважность преобладает над капиллярной.

В сухой почве все промежутки и поры между частицами твердой фазы заполнены воздухом. Во влажной почве водой заполнены самые тонкие, капиллярные промежутки, а более крупные поры заполнены воздухом. При полном насыщении водой все поры заполняются водой, и это соответствует полной влагоемкости почвы.

Сложение пахотного слоя почвы зависит от механического состава, структуры, и времени обработки почвы, времени развития корневые систем растений и деятельности почвенной фауны.

Определяют строение пахотного слоя методом насыщения водой почвенных образцов определенного объема, взятых в поле в естественном ненарушенном сложении. Отбирают образцы специальным буром в металлические патроны. В лаборатории их ставят на насыщение водой, которое продолжается несколько суток до постоянной массы патрона с насыщенной почвой.

Существует и расчетный метод определения многих показателей строения пахотного слоя по заранее известным агрофизическим свойствам, полученным на предыдущих лабораторных занятиях, чем мы и воспользуемся.

1. Объем твердой фазы почвы (Vn) равен частное от деления объемной массы (d) на плотность твердой фазы почвы (D) и выражается в процентах от объема образца •

$$Vn = \frac{d}{D} \times 100$$

2. Общая пористость (S) определяется по формуле

$$S = (1 - \frac{d}{D}) \times 100$$

или по разности между объемом, занимаемым образцом почвы - (объем образца почвы -100%), и объемом ее твердой фазы

$$S = V_1 - Vn$$

Задача 1. Рассчитать порозность почвы.

Исходные данные: Пылеватый суглинок с плотностью 2,55 г/см^3. Масса единицы объемы 1,6 г/см^3.

Решение:_____
_____
_____

3. Жидкая фаза (Vв), или объем воды, содержащейся в капиллярах почвы в момент определения, равна произведению объемной массы (d) на влажность почвы (А);

$$Vв = d \times A$$

Вода – один из основных факторов плодородия почвы, жизни почвенных и растительных организмов. Под *влажностью почвы* понимают количественное содержание воды в ней, еѐ выражают в процентах к массе абсолютно сухой почвы, к полевой влагоемкости и объему почвы. Общее же содержание влаги в почве называется абсолютной влажностью. Определение содержания влаги проводят по слоям: сначала через 10 см, а затем через 20 см до глубины 1 м; 1,4 м; 2 м и глубже.

Отбор почвенных образцов для определения влажности приурачивают к срокам проведения полевых работ и к фазам развития культурных растений. затем проводят расчеты масс испарившейся воды и абсолютно сухой почвы: а) масса испарившейся воды как разность, между массой стаканчика с сырой почвой и массой стаканчика с абсолютно сухой почвой; б) масса абсолютно сухой почвы, как разность между массой стаканчика с почвой после окончания высушивания и массой (его) пустого стаканчика. (Для расчета влажности смотрите формулу в первой работе) [1,3,5].

Степень аэрации (воздухообеспеченности) почвы характеризуется объемом, занятым почвенным воздухом в 100 см^3. Степень аэрации является важным показателем состояния почвы и зависит от степени заполненности пор

почвы водой. Для нормального развития растений должен быть обеспечен достаточный доступ воздуха в почву. В противном случае создается дефицит кислорода и развиваются восстановительные процессы, угнетающе действующие на растения.

4. Объем газообразной фазы (Va), или степень аэрации , т. е. той части пор , которые заняты почвенным воздухом , равен разности между общей пористостью (S)и объемом жидкой фазы (Vв):

$$Va = S - Vв$$

Задача 2. Рассчитать степень аэрации почвы при влажности 18% и массе 26г/см^3

Решение:_____
_____
_____

*Анализ, выводы и предложения**:***

_____
_____
_____
_____

Работу сдал _____

Подпись преподавателя_____

Работа 3. Определение водопрочности структуры почвы по методу П. И. Андрианова(2ч)

Цель работы: освоить методику определения структуры почвы и ее водопрочности. Дать оценку структурного состояния и изучить способы создания водопрочной структуры почвы.

Структурой почвы называют различные по величине и форме агрегаты, в которые склеены почвенные частицы. Свойство почвы распадаться на отдельные агрегаты различной величины и формы называется *структурностью* [1,3,5].

По размеру агрегатов структура почвы классифицируется следующим образом:

глыбистая структура - комочки более 10 мм,

макроструктура - комочки от 10 до 0,25 мм,

микроструктура грубая - частицы от 0,25 до 0,01 мм,

микроструктура тонкая - частицы меньше 0,01 мм

В агрономическом отношении важная роль принадлежит почвенным частицам от 10,00 до 0,25 мм, именуемыми макроструктурой. С агротехнической точки зрения наиболее ценными считаются такие агрегаты, которые длительное время не расплываются в воде.

Способность почвенных агрегатов противостоять размывающему действию воды называется *водопрочностью структуры*

Для характеристики структуры почвы отбирают образцы с ненарушенной структурой в 3-5 кратной повторности на двух несмежных повторениях опыта, на производственных полях по слоям 0-10, 10-20 см и т.д. до необходимой глубины.

Образцы с прикопки отбирают лопатой, сбрасывают каждый с лопаты с высоты 1 м и все крупные комки разминают руками так, чтобы почва не 23 слипалась и не растиралась. Отобранные образцы почвы помещают в картонные коробки, этикитируют и доставляют в лабораторию. В течение 2-3 недель их доводят до воздушно-сухого состояния. Перед анализом почвенный образец высыпают на лист ватмана, почву равномерно распределяют и методом крестообразного деления отбирают среднюю пробу 0,5-2,0 кг. Для количественной оценки структуры проводят сухое просеивание почвенных проб и необходимые расчеты

Метод П.И. Андрианова основан на учете агрегатов, не расплывающихся в воде за определенный промежуток времени (*водопрочностью структуры*.)

ХОД РАБОТЫ:

Для анализа берут среднюю по размеру комков фракцию воздушно сухой почвы.

На дно низкого стеклянного сосуда (чашка Петри) помещают листок фильтровальной бумаги и на нем правильными кругами раскладывают 50 или 100 комков почвы. В сосуд переливают воду до полного увлажнения листа фильтровальной бумаги и через 3 минуты, когда произойдет капиллярное насыщение агрегатов, в него осторожно доливают воду комнаткой температуры так, чтобы она покрывала агрегаты слоем 0,5 см. В течение 10 мин. через каждую минут подсчитывают полностью распавшиеся агрегаты. Водопрочность агрегатов (Б) рассчитывается по формуле:

$$Б = \frac{B \times 100}{A},$$

А - общее количество агрегатов, взятых для анализа, шт.

В - количество не расплывшихся агрегатов, шт.

Таблица 1

Шкала оценки структурного состояния почвы

Содержание водопрочных агрегатов 0,25-10 мм, %	Структурное состояние
Более 70	Отличное
70-55	Хорошее
55-40	Удовлетворительное
40-20	Неудовлетворительное
Менее -20	Плохое

Содержания в почве эрозионно-опасной фракции и определение устойчивости к ветровой эрозии

Полное или частичное разрушение пахотного слоя почвы под действием ветра называется ветровой эрозией. При этом происходит выдувание воздушными потоками почвенных агрегатов и механических элементов с поверхности почвы. Особенно подвержен разрушению ветром (дефляции) верхний 0-5 см слой. Ветроустойчивыми считаются почвенные агрегаты размером 1 мм и больше, агрегаты же мельче 1 мм – эрозионно опасными. Об устойчивости к ветровой эрозии судят по отношению массы фракций размером более 1 мм. Определение ветроустойчивой фракции проводят методом сухого просеивания почвенных проб.

Устойчивыми по отношению к ветровой эрозии считаются почвы, содержащие не более 26% эрозионноопасных фракций размером менее 1 мм и не менее 50% фракций размером более 1 мм.

Анализ: Дать оценку агрегатного состояния почв:

_____
_____
_____
_____
_____

Разработать мероприятия по улучшению структуры почвы:

_____
_____
_____
_____
_____

Работу сдал _____

Подпись преподавателя_____

Контрольные вопросы к разделу.

1. Что называется средней плотность? От каких факторов и как она зависит?
2. Какое значение в жизни растений имеет плотность и при обработке почвы?
3. Объясните понятие: «равновесная плотность», «оптимальная плотность».
4. Как оценивается строение пахотного слоя в зависимости от значения средней плотности?
5. Как определить влажность почвы?
6. От каких показателей и как зависит строение почвы?
7. Какое значение имеет капиллярная и некапиллярная пористость в жизни растений и плодородия почвы?
8. Что такое капиллярная влагоемкость и как ее определить?
9. Какими способами регулируют строение почвы?
10. Определение структуры почвы и ее водопрочности?
11. Каково значение водопрочной структуры в плодородии почвы?
12. Факторы, обуславливающие создание и разрушение структуры почвы?

13. Почвенные агрегаты каких размеров считаются агрономически ценными?
14. Почвенные агрегаты каких размеров считаются эрозионноопасными?

РАЗДЕЛ 2. СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ

Работа 4. Изучение основных биологических групп сорных растений, их особенности и представители (2ч)

Цель работ: научиться быстро и правильно распознавать виды сорняков. Знать их экологию и хозяйственно - вредные свойства. Разработать комплексные меры борьбы с сорняками.

Сорняки – травянистые растения, не возделываемые человеком, но засоряющие сельскохозяйственные угодья. Кроме того, посевы одних культур нередко засоряются другими видами культурных растений, которые называются засоряющими [1,2,3,5].

Большее количество сорняков, встречающихся на сельскохозяйственных угодьях, вызывает необходимость объединения их по биологическим признакам в группы. К ним относятся:

а) способ питания растения:

б) продолжительность их жизни:

в) способ размножения.

Таблица 2

Классификация сорных растений

НЕПАРАЗИТНЫЕ		ПАРАЗИТНЫЕ И ПОЛУПАРАЗИТНЫЕ
МАЛЮЛЕТНІІЕ	МНОГОЛЕТНИЕ	
1 Эфемеры 2. Яровые а) ранние б) поздние 3. Зимующие 4. Озимые 5. Двулетние	1) стержнекорневые 2) мочковатокорневые 3) луковичные 4) клубневые 5) корневищные 6) корнеотпрысковые.	1 Корневые 2 Стеблевые

Дать характеристику сорным растениям, часто встречающихся, в агрофитоценозах и разработать меры борьбы с ними.

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Описать биологические особенности сорно-полевых растений

Биологические особенности ранних яровых и меры борьбы с ними

_____
_____
_____

Биологические особенности поздних яровых и меры борьбы с ними

_____
_____
_____

Биологические особенности зимующих сорняков и меры борьбы с ними

_____
_____
_____

Биологические особенности двулетних сорняков и меры борьбы с ними

_____
_____
_____

Биологические особенности корневищных многолетников, меры борьбы с ними

_____
_____
_____

Биологические особенности корнеотпрысковых многолетников и меры с ними

_____
_____
_____

Биологические особенности стержнекорневых многолетников и меры борьбы с ними.

_____
_____
_____

Биологические особенности полупаразитных и паразитных сорняков и меры борьбы с ними.

_____
_____
_____
_____

Разработать систему мер борьбы с малолетними и многолетними сорняками**.**

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Контрольные вопросы.

1. Понятия о сорняках и засорителях, вред, причиняемый сорняками?
3. Классификация сорных растений?
4. Биологические особенности сорняков?
5. Различия в биологии ранних и поздних яровых сорняков?
6. Различия в биологии зимующих и озимых сорных растений?
7. Различия в биологии основных представителей корневищных и корнеотпрысковых сорняков?
9. Классификация мер борьбы с сорняками?
10. Профилактические меры борьбы с сорняками?
11. Механические меры борьбы с сорняками?
12. Биологические методы борьбы с сорняками, их преимущества и недостатки?

Работу сдал_____

Подпись преподавателя_____

РАЗДЕЛ 3. СЕВООБОРОТЫ

Работа 5. Севообороты и монокультура, понятия и определение (2ч)

Севооборот - научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур, а при необходимости и паров во времени и на территории [1,3,4,5].

Схема севооборота - перечень групп сельскохозяйственных культур и паров в порядке их чередования в севообороте.

Бессменной называют с.х. культуру, длительное время возделываемую на одном и том же поле. Если бессменная культура является единственной культурой, возделываемой в хозяйстве, она называется монокультурой.

Культура, высеваемая на одном и том же поле несколько лет подряд, называется повторным посевом.

Звено севооборота - часть севооборота, состоящая из двух-трех культур или чистого пара и одной-трех культур.

Основные виды звеньев: паровые, травяные, пропашные.

Пример:

Паровые звенья севооборота

Травяные звенья севооборота

Пропашные звенья севооборота

Предшественник - сельскохозяйственная культура или пар, занимавшие данное поле в предыдущем году.

Пример:

Севооборот **Схема севооборота**

Типы севооборотов отличаются главным видом производимой сельскохозяйственной продукции. Полевой севооборот предназначен в основном для производства зерна, технических культур и картофеля;

кормовой севооборот - преимущественно для получения грубых и сочных кормов; специальный севооборот - для выращивания культур, требующих специальной агротехники и условий.

Пример севооборотов:

Полевой **Кормовой** **Специальный**

Для построения правильных севооборотов важно знать оценку различных групп культур как предшественников.

Чистые пары - лучший предшественник озимых хлебов, а в юго-восточных и восточных районах и яровой пшеницы.

Работа 6. Разработка схем севооборотов в различных почвенно-климатических условиях(4)

Схему севооборота разрабатывают, на основе структуры посевных площадей.

Структура посевных площадей - это соотношение площади посевов различных сельскохозяйственных культур, в процентах от общей площади пашни.

Структура посевных площадей должна учитывать природные и экономические условия, биологические особенности культурных растений (их отзывчивость на разные предшественники, повторные посевы и др.) и обеспечивать наибольшее количество сельскохозяйственной продукции с 1 га пашни [1,3,4,5].

Цель работы: составить звенья и схемы севооборотов по структуре посевных площадей. Установить средний размер поля и число полей в севообороте.

Ход работы

По данной структуре посевных площадей установить средний размер поля и число полей в севообороте, а также возможные звенья и схемы севооборотов.

Таблица 3.1

Лесостепь, Ростовская область, почвы - южные черноземы

Структура посевных площадей,%		Звенья севооборота	Схемы севооборота	
			Вариант 1	Вариант 2
Пар чистый	10			
Оз. пшеница	50			
Горох	15			
Ячмень	10			
Кукуруза/зерно	5			
Подсолнечник	5			
Кукуруза/силос	5			

Таблица 3.2

Засушливая зона, Ставропольский край, темно-каштановые почвы

Структура посевных площадей,%		Звенья севооборота	Схемы севооборота	
			Вариант 1	Вариант 2
Пар чистый	10			
Оз. пшеница	50			
Оз. ячмень	10			
Горох	10			
Сорго/зерно	5			
Просо	5			
Кукуруза/силос	5			
Сорго/силос	5			

Таблица 3.3

Предгорная зона, Краснодарский край, почвы - черноземы

Структура посевных площадей,%		Звенья севооборота	Схемы севооборота	
			Вариант 1	Вариант 2
Оз. пшеница	30			
Горох	10			
Сахарная свекла	20			
Кукуруза/зерно	20			
Подсолнечник	10			
Кукуруза/силос	10			

Таблица 3.4

Лесостепь, Северная Осетия, почвы – выщелоченные черноземы

Структура посевных площадей,%		Звенья севооборота	Схемы севооборота	
			Вариант 1	Вариант 2
Капуста	14,3			
Томаты	14,3			
Огурцы	7,0			
Ст. свекла	14,3			
Морковь	14,3			
Кабачки	7,2			
Соя	14,3			
Оз. пшеница	14,3			

Таблица 3.5

Степь, орошаемые земли, Северная Осетия, почвы – темно каштановые

Структура посевных площадей,%		Звенья севооборота	Схемы севооборота	
			Вариант 1	Вариант 2
Томаты	24,8			
Лук	16,6			
Перец	8,5			
Бахчевые	16,6			
Люцерна	33,5			

Таблица 3.6.

Засушливая зона, орошаемые земли, Ставропольский край,
почвы – черноземы обыкновенные

Структура посевных площадей,%		Звенья севооборота	Схемы севооборота	
			Вариант 1	Вариант 2
Томаты	14,3			
Огурцы	14,3			
Перец	7,2			
Баклажаны	7,0			
Лук	7,3			
Чеснок	7,0			
Зеленные	14,3			
Оз. ячмень	14,3			
Эспорцет	14,3			

Показать варианты схем и звеньев и выбрать оптимальные варианты севооборотов.

Работу сдал_____

Подпись преподавателя____ _____

Работа 7. Оценка продуктивности разработанных севооборотов (2)

Новые севообороты ставят конкретные цели: совершенствование организации сельскохозяйственного производства, повышение производительности труда, повышение качества растениеводческой продукции, увеличение продуктивности каждого гектара пашни и т.п. Если новые севообороты не обеспечивают достижения поставленных целей, и прежде всего увеличения продуктивности пашни, то его внедрение нецелесообразно. Поэтому необходима сравнительная оценка продуктивности прежней и новой структуры посевных площадей.

В качестве показателей продуктивности пашни чаще всего используют выход зерна, кормовых единиц и стоимость продукции в денежном выражении.

Цель работы: определить общую продуктивность пашни севооборота по выходу продукции в кормовых единицах и в денежном выражении.

Таблица 4

Оценка продуктивности севооборота

Культуры	Основная продукция	Посевная площадь, га	Урожайность, т/га	Валовой сбор, т	Кормовых единиц (т)		Денег (тыс. рублей)	
					в 1 т	со всей площади	за 1 т	со всей площади

Примечание: содержание кормовых единиц в продукции, и ее стоимость взять из приложений 1, 2.

Продуктивность 1 га:

Кормовые единицы _____ т.; Денег _____тыс. руб.

Дать характеристику оценке продуктивности севооборота:

_____

_____

_____
_____
_____

Контрольные вопросы к разделу.

1. Что называется структурой посевных площадей?
2. Какие факторы влияют на формирование структуры посевных площадей?
3. В чем различия между повторными и бессменными посевами?
4. Что такое севооборот?
5. Что такое предшественник?
6. Какими условиями определяется количество полей в севообороте?
7. Что такое промежуточные культуры?
8. В чем заключается экологическая функция севооборота?
9. Роль севооборота в воспроизводстве почвенного плодородия?
10. Как оценить продуктивность пашни в севообороте?
11. Какими показателями оценивается общая продуктивность севооборотов?
12. С какой целью определяется общая продуктивность севооборота?

Работу сдал_____

Подпись преподавателя_____

РАЗДЕЛ 4. ОБРАБОТКА ПОЧВЫ

Работа 8. Обработка почвы под яровые и озимые культуры (2ч)

Основная обработка почвы – первая наиболее глубокая обработка почвы под определенную культуру севооборота, изменяющая ее сложение.

Предпосевная обработка почвы начинается с весеннего боронования зяби. В последующем обработки складываются от сроков посева культур, биологических особенностей сорняков и почвенно-климатических условий зоны, механических свойств почвы. Весеннее боронование в зоне избыточного увлажнения часто заменяют мелкой (5-7 см) обработкой дисковыми лущильниками с последующим боронованием. В засушливых условиях для культур раннего посева, кроме закрытия влаги, проводить предпосевную культивацию.

Послепосевная обработка (обработки ухода за культурами) включает послепосевное прикатывание, боронование посевов до и после всходов, междурядные обработки пропашных культур, окучивание картофеля, опрыскивание посевов от сорняков и болезней.

8.1. Определение глубины основной обработки почвы

Раздел выполняется по выбранному севообороту с учетом основных влияющих факторов:

1. Почвенно-климатические условия
2. Предшественник (характер основной обработки и ее последействие, срок уборки и состояние поля после уборки).
3. Степень засоренности и видовой состав сорняков
4. Биологические особенности культуры (требования к глубине обработки и т. д. [1,3,5].

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Таблица 5

Примерная система приемов обработки почвы и меры борьбы с сорняками в полях севооборота

№	Наименование культур	Видовой состав сорняков,	Приемы обработки почвы	Глубина обработки	Орудия обработки	Агротехнические сроки выполнения
1	Горох	Корневищные, малолетние	Дискование Дискование Зяблевая вспашка +боронование Приемы поверхностной обработки Предпосевная культивация + боронование	8-10 10-12 20-22 послойно 1 след 5-6	БДТ-7,5 БДТ-7,5 ПЛН-4-35+ БЗСС-1 КПН-4, ЛДГ-10, КПН-4+ БЗСС-1	Вслед за уборкой, через 2-3 недели При появлении щилец сорняков. По мере прорастания сорняков. Перед посевом

Работу сдал_____

Подпись преподавателя_____

РАЗДЕЛ 5. ВОСПРОИЗВОДСТВО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И СИСТЕМЫ ПРОТИВОЭРОЗИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В СЕВООБОРОТЕ

Одной из основных задач современных систем земледелия является организация комплекса агротехнических мероприятий по воспроизводству почвенного плодородия. Анализ современного состояния земельного фонда показал, что существующая интенсивная система ведения хозяйства в настоящее время ведет к дальнейшему ухудшению экологической обстановки, ускоренному развитию эрозионных процессов, снижению плодородия, к дальнейшей деградации сельскохозяйственных угодий. Выходом из создавшейся ситуации является, прежде всего, биологизация земледелия, использование биологических факторов в системе земледелия: чередование культур на принципах плодосмена, использование нетоварной части урожая на удобрение, размещение культур по наилучшим предшественникам и др. На современном этапе земледелия оценку севооборота необходимо проводить по таким критериям, как регулирование баланса органического вещества в почвы и элементов питания, поддержание удовлетворительного структурного состояния почвы, предотвращение эрозии и дефляции, регулирование фитосанитарного состояния агроценозов и почвы [1,3,4,5].

Работа 9. Воспроизводство органического вещества почвы в севообороте (4ч)

Цель работы: Оценить севооборот по воспроизводству гумуса почвы как основного элемента плодородия и наметить пути улучшения гумусового баланса почвы в севообороте.

Органическое вещество (ОВ) почвы составляет примерно 10 % от объема твердой фазы. Однако, несмотря на незначительную долю, оно играет практически ключевую роль в почвенных процессах и плодородии.

Основные функции:

- Источник энергии для микроорганизмов и растений
- ОВ увеличивает рыхлость почвы, водопрочность агрегатов, уменьшает плотность почвы (роль гуминовой кислоты)
- ОВ улучшает усвоение растениями питательных минеральных соединений
- ОВ повышает влагоемкость, поглотительную способность, буферность
- ОВ повышает связность легких почв и уменьшает связность тяжелых
- ОВ влияет на биологическую активность
- Санитарно-защитная: ОВ ускоряет детоксикацию (разложение) пестицидов
- На почвах с большим содержанием гумуса растения лучше переносят избыток минеральных удобрений

Гумусовые вещества

Гумус подразделяется на три группы:

- гуминовые кислоты,
- фульвокислоты,

- гумины.

Гумусовые вещества почвы могут находиться в виде гуматов кальция, магния, натрия; гуматов и смешанных солей с гидроокисью алюминия и железа; комплексных органоминеральных соединений с алюминием, железом, фосфором и кремнием. Эти соединения могут поглощаться глинистыми минералами, особенно прочно с минералами типа монтмориллонита. С каолинитом или полевыми шпатами связь менее прочная. Образование органоминеральных соединений в почве способствует закреплению гумуса.

Гуминовые кислоты

Гуминовые кислоты - фракция высокомолекулярных органических соединений, извлекаемых из почвы щелочными растворами. Темноокрашены, содержат азот, не растворяются в кислотах, растворимы в растворах пирофосфатов, оксалатов, фторидов и аммиака с образованием растворимых солей - гуматов. Подкисление щелочного раствора гуминовых кислот приводит к выпадению осадка в виде гуматов.

В зависимости от концентрации и типа почвы гуматы могут иметь окраску от вишнево-коричневой до черной.

В состав гуминовых кислот входят: углерод - 46-62%, водород - 2,8-5,8, кислород - 31-39, азот - 1,7-6%. В небольших количества в них содержится сера (от 0,1 до 1,2%), фосфор (менее 1%), алюминий, железо, кремний, некоторые металлы.

Фульвокислоты

Фульвокислоты - высокомолекулярные азотсодержащие органические соединения, кислотного характера. Растворимы в воде, кислотах, слабых растворах щелочей, пирофосфата натрия, в водном растворе аммиака, образуя при этом растворимые соли - фульваты, а также многих органических растворителях. Окрашены в оттенки от соломенно-желтого до оранжевого и бурого. Валовый элементный состав фульвокислот: углерод 36-52%, кислород 42-52%, водород 3-6%, азот 2-6%. Содержат в меньших количествах серу, фосфор и некоторые металлы. Подвижны и относительно легко перемещаются по профилю почвы.

Фульвокислоты, обладая сильно кислой реакцией, оказывают разрушающее действие на минеральную часть почвы, которое зависит от содержания гуминовых кислот: чем меньше гуминовых кислот, тем сильнее действие фульвокислот.

Азот фульвокислот легче подвергается кислотному гидролизу. На долю гуминовых кислот приходится 15-30%, а фульвокислот - 20-40% азота почвы.

Гумины

Гумины - органические соединения гумусовой природы, нерастворимые в воде, растворах кислот, щелочей или органических растворителях. Представляет собой комплекс сложных эфиров гуминовых и фульвокислот, химически связанных с глинистыми минералами и минеральной частью, что обусловливает высокую устойчивость к химическому и микробиологическому разложению.

Гумины не могут быть источниками питательных веществ для растений, но благодаря сложной структуре, включающей функциональные группы, служат буфером для удержания в усвояемой для растений форме элементов питания. Азот гуминов составляет 20-30% общего азота почвы. Они влияют на емкость, буферность почв, миграцию и превращение питательных веществ.

Негумифицированные вещества

Негумифицированные вещества составляют 10-20% общего запаса органических веществ почвы и служат источником питательных веществ для растений и биоты.

Некоторые из них стимулируют или ингибируют рост и развитие живых организмов, влияют на трансформацию питательных веществ почвы и удобрений из недоступных для растений форм.

От 10 до 30% негумифицированных веществ участвует в новообразовании гумуса. На долю растительных остатков приходится от 3-5 до 12-15 т/га или для дерново-подзолистых почв - до 10%, в черноземах - 2-3% от общих запасов органического вещества. Масса микроорганизмов в 20-ти сантиметровом слое почвы составляет от 0,7 до 2,7 т/га, достигая 5-7 т/га, что составляет 1-3% общих запасов органического вещества.

Свойства гумуса

Важнейшее свойство гумуса - коллоидность. Коллоидные, поверхностно-активные свойства гумуса обусловлены катионо-анионными мицеллами, благодаря которым проявляется высокая активность даже при малой толщине адсорбционных слоев. Это свойства, несмотря на небольшую долю гумуса в твердой фазе почвы, за исключением торфяных почв, имеет значение в питании растений.

Регулирование баланса органического вещества

Критический, или минимальный, уровень содержания органического вещества - содержание органического вещества, ниже которого развивается быстрая деградация почв, сопровождающаяся снижением ее производительности и эффективности агрономических приемов.

Оптимальный уровень содержания органического вещества - содержание гумуса, при котором обеспечивается высокая эффективность применяемых приемов и методов интенсификации земледелия.

Поэтому для каждой конкретной почвы севооборота рассчитывают оптимальное содержание гумуса, соответствует максимальной агрономической эффективности при допустимых экономических затратах.

Для этого предлагается ряд решений:

- замена однолетних кормовых культур на многолетние травы;
- использование соломы;
- введение сидеральных культур в качестве промежуточных культур;
- замена чистых паров занятыми.

Например, минерализация гумуса в чистом паре составляет в среднем 3 т/га гумуса, для воспроизводства которого требуется более 40 т/га навоза.

Особенно остро эта проблема стоит на почвах при бессменном паровании. Например, потери гумуса за 20 лет типичных черноземов Воронежской области при бессменном паровании составили 3%.

Независимо от размера и форм собственности сельскохозяйственного производства баланс органического вещества должен быть в крайнем случае бездефицитным, а на бедных гумусом почвах - положительным.

Бездефицитный баланс органического вещества при оптимальном уровне содержания гумуса может достигаться сочетанием следующих условий:

- рациональной структурой использования посевных площадей с включением многолетних трав;
- эффективное использование растительных остатков;
- внесение органических удобрений;
- известкование и гипсование почв;
- внесение минеральных удобрений;
- регулирования водного режима мелиорируемых почв;
- применение почвозащитных мероприятий;
- оптимизация обработки почв.

Количественные параметры этих методов зависят от конкретных хозяйственных и почвенно-климатических условий.

Мероприятия по регулированию гумусного состояния почв

В условиях земледельческого использования почв на режим органического вещества значительное влияние оказывают севооборот (набор и чередование культур), обработка и применение удобрений.

Влияние сельскохозяйственных культур зависит от их биологических особенностей и технологии возделывания. С биологическими особенностями культур связаны количество и состав корневых и пожнивных органических остатков как важнейшей приходной части баланса гумуса в пахотной почве.

Наиболее благоприятное влияние на режим органического вещества и баланс гумуса оказывают *многолетние травы*. Они оставляют большую часть синтезированного ими органического вещества после уборки, имеют более продолжительный период прижизненного воздействия на органическое вещество почвы (в форме корневых выделений и корневых волосков), чем однолетние злаковые. Обогащенность органических остатков многолетних трав азотом выделяет их как благоприятную и лабильную форму свежего органического вещества, поступающего в почву.

Зерновые культуры уступают бобовым травам по содержании азота и оснований в их органических остатках. С урожаем отчуждается большая доля созданного ими органического вещества.

Пропашные культуры уступают злаковым по количеству послеуборочных остатков, а минерализация гумуса при их возделывании значительно возрастает за счет неоднократных обработок. В связи с этим потери гумуса в почвах под пропашными культурами более высокие. Особенно неблагоприятно влияет на баланс гумуса содержание почвы под чистым паром. Растительные остатки в

почву не поступают. Почвы периодически обрабатывают. Поэтому значительно возрастают потери гумуса за счет его минерализации.

Механическая обработка усиливает минерализацию органического вещества, в том числе гумуса. Несоблюдение противоэрозионных приемов обработки особенно отрицательно сказывается на режиме органического вещества почвы.

Применение удобрений оказывает сильное влияние на режим органического вещества. Органические удобрения (навоз, торфокомпосты, сидераты, солома) воздействуют на него положительно. Это заключается в том, что с органическими удобрениями уже вносится определенное и часто значительное количество гумусовых веществ, а негуминовая часть качественных органических удобрений (подстилочный навоз) является благоприятной формой лабильного органического вещества и одновременно источником для последующей его гумификации.

Главное влияние минеральных удобрений на органическое вещество – косвенное. Оно проявляется через влияние на величину биомассы, создаваемой растениями, и на процесс превращения поступающих в почву растительных остатков. При применении минеральных удобрений возрастает количество поступающих в почву органических остатков. Поступление оснований с минеральными удобрениями и химическими мелиорантами при известковании и гипсовании почв положительно влияет на гумификацию и закрепление образующихся гумусовых веществ. Возможно отрицательное действие минеральных удобрений на гумус почвы. Так, систематическое применение кислых удобрений приводит к подкислению почвы и повышению подвижности гумуса и, как следствие, к увеличению темпов его минерализации.

9.1. Расчет баланса органического вещества

Расчет гумусового баланса производится в таблице 3.1. по культурам одного из севооборотов, взятого из работы 4, с использованием нормативных данных, приведенных в работе.

Моделирование баланса органического вещества — прогнозирование изменения баланса гумуса в рамках севооборота, основанное на учете поступления и потерь органического вещества пахотного слоя [3].

В расходную часть баланса органического вещества входит:

- минерализация под различными культурами;
- вынос продуктов разложения растениями из почвы;
- вымывание в результате вертикального и поверхностного стоков.

В приходную часть баланса входят:

- поступление органического вещества с растительными остатками;
- поступление органическими удобрениями, семенами и посадочным материалом;
- связывание углекислого газа атмосферы сине-зелеными водорослями.

Расчет баланса органического вещества принято вести по азоту, так как он сосредоточен преимущественно в органическом веществе в соотношении углерода к азоту равному 10:1, и непосредственно поглощается растением из

почвы, в отличие от углерода. Поэтому, количества выносимого и поступающего в почву азота позволяет судить о минерализуемых количествах гумуса для покрытия дефицита.

Вынос азота с урожаем (с учетом побочной продукции) культур определяют по справочным данным, кг на 1 т продукции: озимая пшеница-37, озимый ячмень-29, ячмень-26, овес-28, горох-65, соя-66, кукуруза на зерно-34, сахарная свекла-6, подсолнечник-60, сорго/зерно-23, вико-овсяная смес-зеленая масса-5, сено-14, многолетние травы (сено)-17,6, кукуруза на силос-4, гречиха - 27, капуста белокочанная поздняя-3,5, морковь-2,4, свекла столовая-4,3, лук репчатый и чеснок-2,7, томат-3,4, огурец-3,9.

При расчете баланса органического вещества следует учитывать поправочные коэффициенты, характеризующие эффективность использования азота гумуса, который зависит от гранулометрического состава почвы и возделываемых культур.

Согласно А.М. Лыкову, поправочные коэффициенты использования азота для различных по гранулометрическому составу почв и культур следующие:

- тяжелые суглинистые - 0,8,
- средние - 1,0,
- легкие - 1,2,
- супесчаные - 1,4,
- песчаные - 1,8;
- многолетние травы - 1,0,
- пропашные - 1,6,
- зерновые и другие однолетние культуры сплошного посева - 1,2.

Коэффициент использования азота минеральных удобрений в рекомендуемых дозах, навоза и растительных остатков составляет 50%.

Обеспеченность клевера в азоте от азотфиксации в вариантах без удобрений составляет 80%, при внесении удобрений - 70, для викоовсяной смеси этот показатель соответственно равен 20 и 10%.

Количество растительных остатков может быть рассчитано по их соотношению с урожаем или по уравнению линейной регрессии.

Коэффициенты гумификации (изогумусовые коэффициенты) органического вещества навоза и растительных остатков, на основании исследований кафедры земледелия и методики опытного дела МСХА, рассчитываются по углероду и составляют:

- для растительных остатков зерновых культур, зерновых бобовых, льна и многолетних трав - 0,20-0,25;
- кукурузы и других силосных культур - 0,1-0,15;
- овощей, картофеля и корнеплодов - 0,05-0,08;
- навоза - 0,22-0,30;
- торфа - 0,30-0,35;
- соломы - 0,20-0,25;
- зеленых удобрений - 0,04-0,06.

В условиях водной или ветровой эрозии при расчете гумусового баланса учитывают потери почвы от эрозионных процессов.

Баланс гумуса рассчитывается с целью прогнозирования и расчета потребности пахотных почв в органических удобрениях необходимых для получения планируемого урожая и воспроизводства плодородия.

Баланс гумуса определяется по разности между статьей прихода (за счет поступления и гумификации пожнивно-корневых остатков, органического вещества удобрений) и расхода (минерализация гумуса при возделывании сельскохозяйственных культур и паровании полей).

1. Содержание азота в растительных остатках -1,5%, в навозе - 0,5%. Содержание углерода в растительных остатках культур- 54%, в навозе (сухом веществе) - 50%.

2. Поправочные коэффициенты использования азота почвы для разных по гранулометрическому составу дерново-подзолистых почв следующие: для тяжелого суглинка -0,8; среднего суглинка-1,0; легкого суглинка- 1,2; супеси - 1,4; песка -1,8;

3. Использование азота минеральных удобрений (при рекомендуемых дозах) равно 50% , навоза - 25%, растительных остатков - 50%.

4. Обеспеченность потребности многолетних бобовых трав в азоте за счет азота атмосферы в вариантах без удобрений принята за 80%, при внесении удобрений-70%; для гороха и сои-50%, вико-овсяной смеси соответственно 20% и 10% .

5. Коэффициенты гумификации навоза - 0,25; торфа - 0,35; торфонавозных компостов - 0,30, растительных остатков горчицы, рапса, редьки масличной - 0,8. Для расчета массы растительных остатков промежуточных культур берется коэффициент -0,3.

Наибольшая минерализация гумуса отмечается в чистых парах, далее в убывающем порядке следуют пропашные культуры, культуры сплошного сева (зерновые, зернобобовые, однолетние травы), многолетние травы, луга и пастбища.

Ежегодное восполнение гумуса от корневых и пожнивных остатков в среднем составляет:

- многолетних трав - 0,5-1,0 т/га.
- для зерновых культур - 0,4-0,6 т/га,
- пропашных - 0,2-0,3 т/га,

Таблица 3.1.

Культуры севооборота	Система удобрений	Планируемый урожай ц/га	Вынос азота урожаем кг/га	Поступление азота, кг/га				Дефицит азота кг/га	Минерализуется гумуса кг/га	Количество новообразованного гумуса, кг			Нетто баланс гумуса кг/га +/-
				из навоза	из мин. удобрен.	из раст. остатков	всего			из раст. остатков	из навоза	всего	

В практических условиях минерализацию гумуса можно определить согласно таблице 6.

Таблица 6

Уравнения регрессии для расчета растительных остатков и коэффициенты их гумификации

Культуры	Урожайность, ц/га	Уравнение	Коэффициент гумификации
Озимая пшеница	45-55	У = 0,41Х + 19,88*	0,2
Озимый ячмень	35-45	У = 0,8Х + 6,02	0,2
Ячмень	25-35	У = 0,54Х + 10,11	0,2
Овес	35-45	У = 0,55Х + 2,21	0,2
Кукуруза на зерно	75-90	У = 0,47Х + 1,4	0,2
Подсолнечник	15-20	У = 0,40Х + 3,8	0,2
Сахарная свекла	300-400	У = 0,021Х + 1,007	0,07
Картофель и овощные культуры	150-250	У = 0,07Х + 3,54	0,07
Кукуруза на силос	250-400	У = 0,1Х - 0,650	0,15
Вико-овсяная смесь (сено) на зеленую массу	25-60 180-250	У = 0,25Х + 14,74 У = 0,08Х + 3,19	0,2 0,13
Многолетняя трава (сено)	35-40	У = 0,37Х + 2,93	0,25
Подсолнечник, сорго (зеленая масса)	250-300	У = 0,033Х + 2,94	0,15
Кормовая свекла	300-450	У = 0,053Х + 0,76	0,07
Горох	20-25	У = 0,17Х + 23,8	0,2
Гречиха	15-25	У = 0,7Х + 19,3	0,2

Примечание: *Х- урожайность основной продукции, ц.

Выводы по состоянию гумусового баланса в севообороте и предложения по его улучшению

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

Работа 10. Разработка системы противоэрозионных мероприятий в севообороте (2ч)

Цель работы: изучить закономерности проявления эрозии почв в различных природно-климатических зонах. Освоить методику определения эрозионной опасности в севообороте. Разработать *приемы почвозащитного земледелия* и повышения плодородия на склоновых землях и на почвах, подверженных дефляции.

В севообороте необходимо определить:

1) возможность проявления дефляции или водной эрозии, исходя из природных особенностей зоны;

2) общий коэффициент эрозионной опасности.

Для количественной оценки почвозащитной роли культур, входящих в севооборот, вычисляют средневзвешенный показатель проективного покрытия почвы культурами в эрозионно-опасные периоды по формуле:

$$\text{Рср. взв.} = \frac{P_1 \times S_1 + P_2 \times S_2 + K \times P_{\text{п}} \times S_{\text{п}}}{100}$$

где: $P|_1$ P_2- проективное покрытие почвы разными культурами в эрозионный период, %

S_1 S_2 - посевная площадь каждой культуры, % от площади севооборота.

При выборе варианта противоэрозионных севооборотов учитываются данные о средневзвешенном проективном покрытии почвы культурами.

Пример. В период снеготаяния (в конце марта) проективное покрытие на полях, занятых многолетними травами, соответствует примерно 60%, озимыми - 50%, яровыми и пропашными культурами - 0. В структуре посевных площадей севооборота многолетние травы составляют примерно 10%, озимые - 25 %. Тогда средневзвешенное проективное покрытие составит:

$$\text{Рср. взв.} = \frac{60 \times 10 + 50 \times 25}{100} = 18{,}5\%$$

Для определения влияния растительности на предотвращение развития эрозии приняты следующие коэффициенты почвозащитной функция сельскохозяйственных культур и пара:

Многолетние травы:

1- г.п. - 80-90
2- г.п. -90-95
3- г.п. -95-100

Озимые зерновые культуры - 70- 80
Однолетние травы - 60-70
Яровые зерновые культуры -20-30
Картофель, овощные культуры - 10-20
Сахарная свекла - 0-10
Кукуруза - 0- 10
Чистый пар - 0

В ливнеопасный период, например, во второй половине мая, проективное покрытие на полях, занятых многолетними травами, оставляет 100%, озимыми - 80%, яровыми -30% и пропашными -5%. В севообороте они занимают соответственно 10, 25, 45 и 20%. Средневзвешенное проективное покрытие составит:

$$\text{Рср. взв.} = \frac{100 \times 10 + 80 \times 25 + 30 \times 45 + 5 \times 20}{100} = 44{,}5\%$$

Сравнивая варианты противоэрозионных севооборотов с полученными данными средневзвешенного проективного покрытия поля культурами в период выпадения ливней и стока талых вод можно оценить, какой вариант обеспечит лучшую защиту почв от эрозии.

Выводы и предложения по разработке системы противоэрозионных мероприятий в севообороте

_____
_____
_____
_____
_____

Контрольные вопросы к разделу.

1. Что положено в основу расчета методики гумусового баланса в севообороте?
2. Что служит источником органических веществ в почве?
3. Чем отличаются гуминовые кислоты от фульвокислот?
4. Какова роль гумуса в плодородии почв?
5. Как поддержать положительный гумусовый баланс в почве?
6. Какие агротехнические приемы способствуют улучшению гумусового баланса почвы, и какие – ухудшению баланса?
7. Какова роль многолетних трав в регулировании гумусового баланса почвы?
8. Что понимают под эрозией почвы?
9. Какие бывают виды эрозии почвы?
10. Назовите условия, определяющие проявления эрозии и дефляции почвы.
11. Каковы основные принципы защиты почв от эрозии и дефляции на землях сельскохозяйственного назначения?
12. Какие культуры обладают высокой почвозащитной функцией?
13. В чем сущность почвозащитных мероприятий в районах ветровой эрозии?

Работу сдал_____

Подпись преподавателя_____

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Среднее содержание кормовых единиц в 1 т. продукции

№	Сельскохозяйственные культуры	Вид продукции	Содержится в 1т. продукции,
1	Озимая пшеница	зерно	1,19
2	Озимый ячмень	зерно	1,13
3	Кукуруза на зерно	зерно	1,32
4	Овес	зерно	1,0
5	Горох, соя	зерно	1,17
6	Просо, гречиха	зерно	1,15
7	Картофель	клубни	0,31
9	Кормовая свекла	корнеплоды	0,12
10	Кукуруза на силос	зел. массы	0,20
11	Кормовые бахчи		0,36
12	Однолетние травы	зел. массы	0,11
13	Однолетние травы	сено	0,49
14	Многолетние травы	зел. массы	0,20
15	Многолетние травы	сено	0,52

Приложение 2

Примерные закупочные цены на сельхозпродукцию на 01.01.2014 г. в тыс.руб. за 1т.

Культура	Вид продукции	Закупочная цена
Озимая пшеница	зерно	5,5
Озимый ячмень	зерно	4,5
Овес	зерно	5,7
Кукуруза	зерно	6,0
Горох	зерно	10,0
Соя	зерно	7,0
Гречиха	зерно	10,0
Подсолнечник	семена	25,0
Картофель	клубни	16,0
Кормовая свекла	корнеплод	3,50
Кукуруза	силос	1,5
Многолетние травы	сено	3,0
Однолетние травы	сено	3,0
Зеленый горошек		12,0
Капуста		12,0
Томаты		15,0
Огурцы		10,0
Морковь		8,0
Столовая свекла		8,0
Зелень		25,0
Лук	репка	12,0
Кабачки		10,0
Бахчевые		15,0

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАЧЁТА

1. Какие задачи поставлены перед земледелием на ближайшие годы?
2. Факторы жизни растений и законы земледелия.
3. Водно-физические свойства почвы. Формы почвенной влаги.
4. Регулирование водного и воздушного режимов почвы.
5. Строение пахотного слоя почвы и пути его регулирования
6. Способы регулирования строения и сложения пахотного слоя почвы.
7. Влияние тепла на водно-воздушный и питательный режимы почвы.
8. Агрономическое понятие о структуре, ее прочности и факторах, влияющих на изменение структуры почвы.
9. Пищевой режим почвы и современные взгляды на питание полевых культур.
10. Основные агротехнические методы создания водопрочной структуры.
11. Значение тепла и теплового режима в жизни растений.
12. Понятие о сорной растительности. Вред, приносимый сорняками.
13. Биологические особенности сорных растений.
14. Источники засорения полей.
15. Сочетание предупредительных и истребительных методов борьбы с сорной растительностью.
16. Научные основы и задачи обработки почвы.
17. Водная и ветровая эрозия почвы, причины их возникновения и меры борьбы.
18. Пути минимализации обработки почвы в условиях ее эффективного применения.
19. Системы зяблевой обработки почвы под яровые культуры
20. Роль разноглубинной обработки в севообороте.
21. Понятие о системе обработки почвы.
22. Предпосевная обработка почвы.
23. Приемы и способы основной и поверхностной обработки почвы.
24. Что такое севооборот?
25. Понятие о бессменных посевах.
26. Роль севооборота в биологическом подавлении сорняков и повышении конкурентоспособности культурных растений.
27. Биологические причины чередования культур в севообороте.
28. Чередование культур и почвенное питание растений.
29. Роль различных культур в повышении плодородия почвы.
30. Оценка культур как предшественников.
31. Классификация севооборотов.
32. Почвозащитные севообороты, условия их применения.
33. Кормовые севообороты, условия их применения.
34. Специальные севообороты, их значение в земледелии.
35. Что понимается под плодородием почвы?
36. Чем представлены агрофизические показатели плодородия почвы?
37. Что относится к биологическим показателям плодородия почвы?

38. Какие агрохимические показатели плодородия Вы знаете?
39. Какие виды воспроизводства плодородия почвы Вам известны?
40. Что понимается под простым воспроизводством почвенного плодородия?
41. Что понимается под расширенным воспроизводством почвенного плодородия?
42. Что понимается под гранулометрическим составом почвы?
43. Что понимается под структурностью и структурой почвы?
44. Чем обусловлено образование структурных агрегатов в почве?
45. Что понимается под строением пахотного слоя?
46. Что понимается под капиллярной, некапиллярной и общей пористостью?
47. Что такое равновесная плотность
48. Что понимается под мощностью пахотного слоя?
49. Из чего образуется органическое вещество почвы?
50. Что является источником поступления первичного органического вещества в почву.
51. Обозначьте основные причины потерь гумуса пахотными почвами.
52. Меры борьбы с ветровой эрозией почвы.
53. Меры борьбы с водной эрозией почвы.
54. Назовите источники пополнения азота в почве.

ГЛОССАРИЙ

(основной терминологический словарь).

1. Агротехника с.-х. культур – система возделывания культуры на основе достижений науки и передового опыта с учетом местных почвенно-климатических и организационно-хозяйственных условий.
2. Бонитировка почвы – сравнительная оценка (в баллах) почв по их важнейшим агрономическим свойствам
3. Боронование почвы - прием обработки почвы зубовой или игольчатой бороной обеспечивающей крошение, рыхление и выравнивание поверхности, а так же частичное уничтожение проростков сорняков.
4. Введение севооборота – перенесение разработанного проекта севооборота на территорию землепользования хозяйства.
5. Виды севооборотов – севообороты, различающиеся соотношением с.-х. культур и паров.
6. Воспроизводство плодородия (простое) - мероприятия, направленные на возвращение плодородия почвы к исходным параметрам. Расширенное воспроизводство плодородия - мероприятия, направленные на восстановление плодородия почв выше их исходных параметров.
7. Вспашка – прием обработки почвы плугом, обеспечивающий крошение, рыхление и оборачивание слоя почвы не менее чем 135º
8. Гербицид – химическое вещество применяемое для уничтожения сорной травянистой растительности.
9. Гумус – высокомолекулярное темноокрашенное органическое вещество почвы.
10. Деградация почвы – процесс снижения плодородия почвы.
11. Дискование почвы – прием обработки почвы дисковыми орудиями обеспечивающий крошение, частичное перемешивание почвы и уничтожение сорняков.
12. Единица кормовая – единица для измерения обще питательной ценности кормов. Питательность одной кормовой единицы, определяется по жироотложению у КРС равна 150 гр. жира. В РФ 1 кормовая единица приравнена к 1 кг овса.
13. Жнивье – нижняя часть стеблей зерновых культур, оставшаяся на корню после уборки урожая.
14. Звено севооборота – часть севооборота, состоящая из лучшего предшественника и двух трех культу или чистого пара и одной трех культур.
15. Истощение сорняков – уничтожение сорняков многократным подрезанием побегов на разной глубине в пределах пахотного слоев почвы.
16. Книга истории пролей севооборотов – агропроизводственный документ, отражающий историю каждого поля севооборота.
17. Кулисы – полосы из высокостебельных растений, высеваемых в паровом поле (кулисный пар). Защищают посевы от засухи суховеев, способствуют накоплению снега на полях, предохраняют озимые от вымерзания.

18. Культивация почвы – прием обработки почвы культиватором обеспечивающий крошение рыхление и частичное перемешивание почвы, а так же полное подрезание сорняков и выравнивание поверхности поля.
19. Культура бессменная – сельскохозяйственная культура, возделываемая на одном поле длительное время.
20. Культура основная – культура, занимающая поле севооборота большую часть вегетационного периода.
21. Лущение жнивья – прием обработки почвы после уборки зерновых культур.
22. Методы окультуривания почвы – методы, предусматривающие биологическое, химическое, физическое воздействие на почву.
23. Мульчирование – покрытие поверхности почвы различными материалами для снижение испарения влаги, регулирование теплового режима, предохранение структуры от разрушения, борьбы с сорняками.
24. Оборот пласта – вспашка с оборачиванием пласта на 180º.
25. Обработка почвы – механическое воздействие на почву рабочими органами машин и орудий, с целью создания наилучших условий для возделываемых культур.
26. Обработка почвы безотвальная – обработка почвы без оборачивания пахотного слоя.
27. Обработка почвы глубокая – обработка почвы на глубину более 24 см.
28. Обработка почвы зяблевая - основная обработка почвы в летне-осенний период под посев яровых культур в следующем году.
29. Обработка почвы минимальная – научно обоснованная обработка почвы, обеспечивающая снижение энергетических затрат путем уменьшения числа и глубины обработок, совмещения операций в одном рабочем процессе и применения гербицидов.
30. Обработка почвы основная – наиболее глубокая обработка почвы под определенную культуру севооборота существенно изменяющая ее сложение.
31. Обработка почвы отвальная – обработка почвы отвальными орудиями с полным или частичным оборачиванием ее слоев.
32. Обработка почвы плантажная – глубокая обработка почвы специальными плугами на глубину до 100 см.
33. Обработка почвы плоскорезная – прием обработки почвы плоскорежущими орудиями без ее оборачивания, с сохранением на поверхности поля большей части пожнивных остатков.
34. Обработка почвы поверхностная – обработка почвы различными орудиями на глубину до 12 см.
35. Обработка почвы полупаровая – обработка почвы после не паровых предшественников, при которой поле в летне-осенний период по типу чистого пара.
36. Обработка почвы предпосевная – обработка почвы перед посевом и посадкой сельскохозяйственных культур.
37. Окультуривание почвы – повышение естественного плодородия почвы путем применения специальных приемов воздействия на нее.

38. Освоение севооборота – выполнения плана освоения севооборота и переход к размещению с.-х. культу по предшественникам согласно схеме.
39. Пар – поле севооборота не занимаемое посевами в течение всего вегетационного периода и содержащиеся в рыхлом и чистом от сорняков состоянии; средство повышения плодородия почвы и накопления в ней влаги.
40. Пар занятый – пар занятый культурными растениями некоторую часть вегетационного периода, в остальное время подвергающийся обработке.
41 Пар кулисный – паровое поле, на котором полосами высевают растения для задержания снега и предотвращения эрозии почвы.
42. Пар сидеральный – занятый пар, засеваемый бобовыми другими раноубираемыми культурами для заделки их в почву на зеленное удобрения.
43. Плодородие почвы – способность почвы обеспечивать потребность растения в земных факторах жизни.
44. Подошва плужная – уплотненная почва на границе пахотного и подпахотного горизонтах.
45. Поле выводное – поле севооборота, временно выведенное из общего чередования культур.
46. Поле сборное – поле севооборота, в котором раздельно возделывают несколько культур.
47. Промежуточные озимые – посевы озимых культур на корм после уборки основной культуры; урожай убирают весной следующего года.
48. Промежуточные подсевные - посевы ранней весной под покров основной культуры с целью получения урожая осенью после уборки покровной культуры
49. Промежуточные пожнивные – посевы после уборки зерновых культур на зерно с целью получения корма в данном году
50. Промежуточные поукосные – посевы после скашивания на корм основной культуры в летно-осенний период с целью получения урожая в данном году.
51. Предшественник – с.-х. культура или пар занимавшая данное поле в предыдущем году.
52. Ротация севооборота – интервал времени в течение, которого с.-х. культура и пар проходят через каждое поле в последовательности, предусмотренной схемой севооборота.
53. Севооборот – научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур (и пара) по полям и во времени.
54. Сорняки – травянистые растения, засоряющие с.-х. угодья и наносящие вред сельскохозяйственным культурам.
55. Спелость почвы – состояние почвы, определяющее ее готовность к обработке, посеву или посадке.
56. Структура посевных площадей – соотношение площади посевов различных с.-х. культур.
57. Фрезерование почвы – прием обработки почвы фрезой, обеспечивающий крошение, тщательное перемешивание и рыхление обрабатываемого слоя.
58. Шлейфование почвы – прием обработки почвы шлейфом, обеспечивающее выравнивание поверхности поля.

59. Щелевание почвы – прием обработки почвы щелерезами, обеспечивающий глубокое ее прорезание, для повышения водопроницаемости почвы.
60. Эрозия почвы – разрушение водой и ветром верхнего плодородного слоя почвы, смыв или развеевание его частиц и осаждение в новых местах.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Адиньяев Э.Д. Земледелие горных и склоновых земель./Учебное пособие. / Э.Д. Адиньяев.- Владикавказ.-2010.- 672 с.
2. Адиньяев Э.Д. Сорняки и меры борьбы с ними./Э.Д. Адиньяев, Н.Л. Адаев.- Владикавказ.- 2006.-228 с.
3. Земледелие. Практикум. / Г.И. Баздырев, А.М. Туликов, А.Ф. Сафонов. - М.: Инфра-М, РИОР. – 2018. – 424 с.
4. Лошаков В.Г. Севооборот и плодородие почвы. / В.Г. Лошаков. – М.: Изд. ВНИИА, 2012. – 512 с.
5. Лошаков В.Г. Земледелие. Серия «Высшее образование. Бакалавриат». / В.Г. Лошаков, А.В. Захаренко, А.Я. Рассадин. - М.: Инфра-М, РИОР. – 2018. – 608с.

Гаджиев Р.К., Рогова Т.А.

ОБРАБОТКА И ВОСПРОИЗВОДСТВО ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

методические указания к практическим занятиям
для обучающихся по специальности 35.02.05 Агрономия

Лицензия: ЛР. № 020574 от 6 мая 1998 г.

Электронная версия 2023 г.
Бумага формат А4 (210х297 мм), масса 80 г/м2.
Усл. печ.л. 5,75. Заказ .

362040, Владикавказ, ул. Кирова, 37.
Типография ФГБОУ ВО Горский ГАУ

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 3EE7962F03675FD1CCC681245B854EBA
Владелец: Гогаев Олег Казбекович
Действителен: с 04.12.2023 до 26.02.2025

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Горский государственный аграрный университет»
(ФГБОУ ВО Горский ГАУ)

Кафедра агрохимии и садоводства

АГРОХИМИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

методические указания для выполнения курсовой работы по специальности 35.02.05 Агрономия

ВЛАДИКАВКАЗ 2023

УДК 631.173
ББК 40.4

Составители*:* Дзанагов С.Х., Лазаров Т.К., Басиев А.Е., Кануков З.Т., Хадиков А.Ю.

Рецензент: Козырев А.Х. - д-р с.-х. наук, профессор, зав. кафедрой землеустройства и экологии ФГБОУ ВО Горский ГАУ

Агрохимическое обслуживание сельскохозяйственного производства: учебно-методическое пособие для выполнения курсовой работы / Составители: С.Х. Дзанагов, Т.К. Лазаров, А.Е. Басиев, З.Т. Кануков, А.Ю. Хадиков – Владикавказ: ФГБОУ ВО Горский ГАУ, 2023 – 64 с.

Изложены методические указания к выполнению курсовой работы по системам удобрений в полевых и овощных севооборотах, садах и виноградниках, приведены методы и примеры расчетов накопления органических удобрений в хозяйстве, норм удобрений на запланированный урожай сельскохозяйственных культур, потребности хозяйства в минеральных и органических удобрениях и мелиорантов, баланса основных питательных веществ в почве, экономической эффективности удобрений.

Для обучающихся по специальности 35.02.05 Агрономия.

Рекомендовано УМС ФГБОУ ВО Горский ГАУ в качестве методических указаний для выполнения курсовой работы по дисциплине «Агрохимическое обслуживание сельскохозяйственного производства» профессионального модуля «Контроль процесса развития растений в течение вегетации»

«___» _____ 2023 г. протокол №_____

© Издательство ФГБОУ ВО Горский ГАУ, 2023
© Дзанагов С.Х., Лазаров Т.К., Басиев А.Е., Кануков З.Т., Хадиков А.Ю.

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшей задачей земледелия является повышение урожайности сельскохозяйственных культур, сохранение и повышение плодородия почв. Для решения этой задачи большое значение имеют удобрения, вносимые с учетом биологических особенностей питания растений, состава и свойств почв и удобрений. Это диктует необходимость перехода от разрозненных приемов удобрения отдельных культур к научно обоснованной системе применения удобрений.

Под системой применения удобрений понимают комплекс агротехнических и организационных мероприятий по использованию удобрений и химических мелиорантов с целью повышения урожая и улучшения его качества при одновременном сохранении или повышении плодородия почв и снижении себестоимости полученной продукции.

Различают три вида систем: ***система удобрения в хозяйстве, система удобрения в севообороте*** *(в защищенном грунте, многолетних насаждений, лугов и пастбищ)* ***и система удобрения отдельных культур.***

Система удобрения в хозяйстве состоит из четырех основных звеньев: *1) накопление, приобретение, хранение и учет удобрений; 2) рациональное распределение удобрений по объектам использования; 3) подготовка, транспортировка и внесение удобрений; 4) контроль за действием удобрений и учет их агрономической и экономической эффективности.*

Система удобрения в севообороте *– это многолетний план применения удобрений с учетом плодородия почвы, биологических особенностей растений, состава и свойств удобрений.*

В отличие от системы удобрения в хозяйстве данная система включает распределение удобрений между культурами, определение доз, сроков и способов их внесения. Количественной характеристикой системы удобрения в севообороте является насыщенность севооборота удобрениями, т.е. приходящая на 1 га пашни средняя масса удобрений, вносимых за ротацию.

Система удобрения отдельных сельскохозяйственных культур *включает в себя определение потребности каждой культуры в органических и минеральных удобрениях, определение срока и способа внесения, установление оплаты удобрения прибавкой урожая.*

Составление курсового проекта по системе удобрения в севообороте является завершением теоретического курса и лабораторного практикума по агрохимии. Его основная задача состоит в том, чтобы студент, получив индивидуальное задание или исходный материал по своему хозяйству, мог самостоятельно с применением рекомендуемой литературы предложить систему правильного севооборота и разработать для него систему рационального применения удобрений, где должны учитываться почвенно-климатические условия, биологические особенности культур, организационные и экономические возможности хозяйства. Студенты-заочники должны пользоваться данными хозяйства, где они работают, или ближайшего по местожительству хозяйства. Студент пользуется настоящими методическими указаниями, последовательно заполняя все таблицы, каждая из которых должна быть обоснована текстуально.

Справочный материал нужно брать из рекомендуемой литературы или приложения в конце настоящих указаний.

Правильно выполненная курсовая работа допускается к защите, при которой необходимо дать разъяснения по основным разделам работы, теоретическим вопросам агрохимии и системе применения удобрений в севообороте.

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

I. Краткие сведения о хозяйстве

1. Регион, район, хозяйство _____
_____
2. Направление хозяйства _____
3. Площадь пашни, га _____
4. Типы и подтипы почв _____
5. Сумма атмосферных осадков за год, мм _____
6. Сумма положительных температур за год, ^{o}C _____
7. Продолжительность вегетационного периода, дней _____
8. Продолжительность стойлового периода с.-х. животных, дней _____
9. Наличие залежей торфа _____

II. Поголовье скота (голов)

1. Лошадей взрослых _____
2. Крупного рогатого скота _____
3. Молодняка к.р.с. _____
4. Свиней _____
5. Овец _____
6. Птицы _____

III. Поступило удобрений в предыдущем году (ц)

1. Аммиачной селитры _____
2. Мочевины _____
3. Сульфата аммония _____
4. Суперфосфата простого _____
5. Суперфосфата двойного _____
6. Фосфоритной муки _____
7. Хлористого калия _____
8. Калийной соли _____
9. Нитроаммофоса _____
10. Аммофоса _____
11. Нитрофоски _____
12. Нитроаммофоски _____
13. Аммофоски _____

IV. Площадь и урожайность основных сельскохозяйственных культур

№№ п/п	Культуры	Площадь, га	Средняя урожайность за 3 года, ц/га
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Руководитель курсовой работы
(преподаватель) _____

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ХОЗЯЙСТВЕ

1. Регион, район _____

_____

2. Хозяйство _____

3. Сложившаяся специализация _____

_____

4. Землепользование хозяйства: пахотной земли _____ га, лугов _____ га, садов _____ га, виноградников _____ га.

Таблица 1

Характеристика климатических условий

Годы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Сумма за год
Осадки, мм													
Многолетние													
20 г.													
20 г.													
Температура воздуха, ^{o}C													
Многолетняя													
20 г.													
20 г.													

Продолжительность вегетационного периода, дней _____

Количество осадков за вегетационный период, мм _____

Заключение по климатическим условиям (достаточность осадков, необходимость орошения, возможность возделывания с.-х. культур и эффективность удобрений).

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Таблица 2

Урожайность сельскохозяйственных культур

№№ п/п	Культуры	Урожайность, ц/га		
		в среднем за последние 3 года	план на год освоения севооборота	прибавка
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Обоснование планируемых урожаев

Таблица 3

Почвы и их агрохимическая характеристика

№№ п/п	Тип и подтип	Площадь, га	Гумус, %	pH (.....)	Мг-экв/100 г почвы			Степень насыщенности основаниями, (V), %	Подвижные формы, мг/100 г почвы		
					натрия	гидролитическая кислотность	Сумма поглощенных оснований		N	P_2O_5	K_2O
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											

Заключение о пригодности почв для выращивания с.-х. культур и потребности во внесении удобрений.

Таблица 4

Рекомендуемый или принятый в хозяйстве севооборот

№№ п/п	Чередование культур в севообороте	Площадь, га
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Заключение о севообороте (анализ чередования культур с агротехнической точки зрения).

2. НАКОПЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

В этом разделе студент должен вспомнить состав и свойства органических удобрений, условия их правильного хранения, предотвращающие потери питательных веществ и загрязнение окружающей среды, рациональную технологию применения (сроки, дозы и способы внесения).

При расчетах потребности в органических удобрениях следует исходить из возможностей хозяйства в отношении накопления навоза и других местных удобрений. Особенно важно знать наличие залежей торфа и использование его для приготовления компостов. Затем устанавливают насыщенность севооборота органическими удобрениями, понимая под этим количество органических удобрений, приходящееся на 1 га пашни. Накопление органических удобрений и насыщенность ими севооборотов должны быть возможно большими, но реальными для данных условий.

Зеленое удобрение, если оно проектируется, включается в общее количество удобрений в соответствии с урожаем зеленой массы.

В обоснование баланса необходимо дать план мероприятий, обеспечивающих получение запланированного количества органических удобрений – навоза, компостов, посева сидератов, а также дать предложения по улучшению способа хранения навоза.

Необходимо предусмотреть самое широкое использование торфа при его наличии как в подстилку, так и для приготовления различных компостов. Для этого следует рассчитать количество торфа, которое нужно заготовить или приобрести. Выход навоза в хозяйстве устанавливают одним из предлагаемых способов.

Первый способ

Таблица 5

Годовое накопление навоза и навозной жижи

Вид скота	Продолжительность стойлового периода, дней.	Количество голов	Выход навоза, т		Выход навозной жижи, т	
			от 1 головы	от всех голов	от 1 головы	от всех голов
Лошади взрослые						
Крупный рогатый скот						
Молодняк к. р. с.						
Свиньи взрослые						
Овцы						
Птицы						
Будет приобретено и завезено извне						
			Всего		Всего	

Второй способ.

Расчет выхода навоза ведется по формуле:

$$H = \left(\frac{K}{2} + П \right) \times 4,$$

где *Н* – количество свежего навоза в хозяйстве (т);

К – количество израсходованных кормов (т) (берется половина этого количества, т.е. $\frac{K}{2}$, так как примерно такое количество переходит из корма в навоз;

П – подстилка (т);

4 – коэффициент для перевода сухого вещества в сырой навоз, так как в навозе содержится примерно ¼ сухого вещества и ¾ воды.

Третий способ.

Для подсчета выхода жидкого навоза от животных можно пользоваться справочными данными.

Таблица 6

Выход жидкого навоза от животных при нормальном разбавлении навоза водой (за сутки)

Вид животных	Общий выход выделений на 1 голову (кал, моча, вода), кг	Поголовье	Общий выход навоза, т
Молочный скот	55		
Молодняк к. р. с.	25		
Откормочные свиньи	5		

Зная поголовье и вид скота, выход жидкого навоза за сутки на 1 голову и продолжительность стойлового периода, рассчитывают выход жидкого навоза по формуле:

$$B = \frac{Пс \times А \times Д}{1000},$$

где *В* – выход жидкого навоза за стойловый период, т;

Пс – поголовье скота;

А – общее количество за сутки на 1 голову, кг;

Д – продолжительность стойлового периода;

1000 – коэффициент пересчета в т.

Способ и срок хранения _____

Потери навоза при хранении, % _____

Валовый выход навоза за вычетом потерь, т _____

Таблица 7

Приготовление компостов

Вид компоста	Состояние компостируемых материалов	Компостируемый материал, т				Всего компостов, т
		навоз	торф	фосфоритная мука		

Итого компостов _____ (т)

Всего будет накоплено органических удобрений _____ (т)

Всего требуется органических удобрений _____ (т)

Заключение о возможном накоплении органических удобрений.

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

3. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ ХОЗЯЙСТВА В УДОБРЕНИЯХ

Определение места внесения и дозы органических удобрений

Определение норм удобрений в севооборотах начинают с распределения органических удобрений между севооборотами, а внутри севооборота – между культурами. Определив возможности максимального накопления в хозяйстве навоза и др. органических удобрений, приступают к их распределению, обеспечивая в первую очередь ими овощные, кормовые и специализированные по наиболее ценным культурам севообороты. Затем приступают к определению места и норм внесения органических удобрений в конкретном севообороте с учетом отзывчивости отдельных культур.

Обычно в зерновых севооборотах органические удобрения вносят под озимые, в зерно-пропашных – под пропашные, в овощных – под наиболее отзывчивые культуры (огурец, лук), в севооборотах с техническими культурами – под предшественники или непосредственно под эти культуры.

Распределение навоза между озимыми и пропашными культурами зависит от принятой схемы севооборота, вида пропашной культуры и почвенных условий. Например, в Нечерноземной зоне при размещении картофеля по озимым полная норма навоза (40 т/га) обеспечивает высокий урожай и озимых, и картофеля, который, используя последействие навоза, может получать только минеральные удобрения. При разрыве между озимыми и картофелем в несколько лет, да еще при внесении под озимые умеренных норм навоза, целесообразно внесение навоза под картофель.

В овощных севооборотах следует учитывать, что огурец, лук, капуста, ранний картофель и томаты лучше отзываются на непосредственное внесение под них навоза, а свекла, морковь и другие корнеплоды лучше используют его последействие.

Нормы органических удобрений зависят от их качества, почвенно-климатических условий, уровня урожайности, и обычно в Нечерноземной зоне составляют 20-40 т/га, иногда 60, а в черноземной и зоне каштановых почв и сероземов – 10-20, иногда 30 т/га. Как правило, чем беднее почва питательными веществами и гумусом, тем более высокие нормы органических удобрений следует применять. Существенное значение в определении норм органических удобрений имеет механический состав почвы: в легких, хорошо дренированных почвах по сравнению с суглинистыми и глинистыми разложение органического вещества происходит быстрее, поэтому органические удобрения на них нужно вносить чаще или в больших нормах.

Обычно рекомендации по нормам органических удобрений под отдельные культуры разрабатываются зональными научно-исследовательскими учреждениями. В качестве примера приведем рекомендации Северо-Западного института (табл. 8).

Таблица 8

Дозы навоза, применяемые в нечерноземной зоне

Культура	Дозы навоза, т/га		
	пониженные	средние	повышенные
Озимая пшеница по чистому пару	15-20	20-30	35-40
Картофель поздний	15-20	25-30	35-40
Капуста поздняя и средняя	30-40	45-50	55-60
Кормовые корнеплоды	25-30	35-40	45-50

Под нормой понимается количество удобрений, вносимых под с.-х. культуры за период их выращивания, **а доза** – это количество удобрений, вносимое за один прием.

Эффективность применения удобрений зависит от нормы внесения. Она должна быть научно обоснованна с учетом биологических особенностей каждой сельскохозяйственной культуры, ожидаемого ее урожая, погодных условий, плодородия почвы, уровня агротехники, удобренности и урожайности предшественников, форм и удобрений, сроков и способов их внесения и др. факторов. Следовательно, нормы удобрений, определенные с учетом совокупного действия возможно большего числа факторов, и являются основным условием умелого применения удобрений. В то же время это один из наиболее сложных вопросов современной агрономической науки и практики. Именно здесь должны быть учтены всевозможные взаимоотношения между растением и почвой, удобрениями и погодными условиями. Сложность задачи обусловила появление значительного числа методов определения норм удобрений, многие из которых довольно широко применяются в практике.

Несмотря на многообразие методов определения норм удобрений под отдельные культуры, принципиально они могут быть объединены в три различные группы:

1. По непосредственным результатам полевых опытов;
2. Балансовые расчетные методы;
3. Математические методы с применением ЭВМ.

Первый метод – по результатам полевых опытов (в настоящее время считают основным). Нормы удобрений определяют с помощью рекомендации местных научно-исследовательских учреждений. Эти рекомендации разрабатываются на основе результатов многолетних полевых опытов, которые проводятся на типичных для зоны почвах разной обеспеченности подвижными формами питательных веществ с ведущими сельскохозяйственными культурами.

Они уточняются в зависимости от эффективного плодородия почвы при помощи поправочных коэффициентов (табл. 9).

Таблица 9

Примерные поправочные коэффициенты к нормам удобрений под сельскохозяйственные культуры в зависимости от обеспеченности почвы подвижными формами азота, фосфора и калия

Класс	Обеспеченность почвы подвижными формами питательных веществ	Зерновые, зернобобовые, однолетние и многолетние травы	Пропашные	Овощные и технические
1	Очень низкая	1,5-2,0	без предварительного окультуривания урожаи не обеспечиваются	
2	Низкая	1,3-1,5	1,5-2,0	
3	Средняя	1	1,3-1,5	1,5-2,0
4	Повышенная	0,5-0,7	1	1,3-1,5
5	Высокая	0,3-0,5	0,3-0,5	1 (только для фосфорных удобр.)
6	Очень высокая	0-0,3	0-0,3	0-1,3

Пример расчета норм удобрений по рекомендациям с использованием группировки почв по обеспеченности питательными веществами (табл. 10) и приведен ниже.

Дерново-подзолистая почва содержит 80 мг P_2O_5 на 1 кг почвы, т.е. относится к III классу по обеспеченности этим элементом питания; рекомендуемая норма фосфорного удобрения при возделывании ячменя на такой почве равняется 100 кг на га P_2O_5. При

выращивании ячменя на поле с низким содержанием P_2O_5 (II класс) норма будет равняться 100х1,5=150 кг, а на почвах с высоким содержанием P_2O_5 – 100х0,5=50 кг P_2O_5 на 1 га.

Таблица 10

Группировка почв по обеспеченности питательными веществами, мг на 1 кг почвы

Класс почв	P_2O_5	K_2O	Легкогидролизуемый азот по Тюрину и Кононовой	
	(по методу Кирсанова)		pH<5	pH=5-6
I	25	40	40	30
II	25-50	40-80	50	40
III	50-100	80-120	50-70	40-60
IV	100-150	120-170	70-100	60-80
V	150-250	170-250	100-140	80-120
VI	250	250	140	120

Под культуры севооборота студент должен определить нормы удобрений **вторым методом,** который называется расчетным или балансовым.

Расчетный или балансовый метод позволяет прогнозировать урожай. Наиболее распространенным является расчет нормы удобрения на запланированную урожайность.

При определении норм удобрений этим методом надо знать:

1. Вынос питательных веществ с урожаем, который нетрудно рассчитать, используя данные справочной литературы и приложения в конце настоящих методических указаний.
2. Запасы подвижных питательных веществ на 1 га в пахотном слое почвы. Для этого содержание подвижных питательных веществ, выраженное в мг на 100 г почвы, умножают на коэффициент 30 и получают их запасы (в кг на 1 га) в пахотном слое.
3. Коэффициенты использования питательных веществ растениями из почвы и удобрений (приводятся в приложении).

Больше питательных веществ из почвы используется пропашными культурами с продолжительным вегетационным периодом, а на почвах легкого механического состава коэффициент использования фосфора несколько выше, чем на тяжелых.

Используя справочник или данные, имеющиеся в хозяйстве, студент устанавливает расчетным методом нормы удобрений для всех культур севооборота.

Пример расчета.

Планируемая урожайность картофеля - 250 ц клубней с 1 га. По таблице или справочникам находим, что 1,0 ц основной и соответствующее количество побочной продукции выносят N-0,6 кг, P_2O_5 -0,2 кг и K_2O-0,9кг.

При планируемой урожайности вынос с 1 га питательных веществ составит:

азота 250х0,6=150 кг фосфора 250х0,2=50 кг калия 250х0,9=225 кг.

Дерново-подзолистая почва относится по обеспеченности подвижными формами питательных веществ к III классу и содержит: N-5,0 мг, P_2O_5 -5,0 мг, K_2O-10,0 мг на 100 г почвы.

В пахотном слое 1 га содержится:

N-150 кг (5,0х30) P_2O_5-150 кг (5,0х30) K_2O-300 кг(10,0х30)

Коэффициенты использования питательных веществ из почвы принимаются следующие: N - 20%, P_2O_5 - 10% и K_2O - 20%.

Следовательно, из почвы для создания урожая будет использовано: N - 30 кг, P_2O_5 - 15 кг, K_2O - 60 кг (150х20:100, 150х10:100, 300х20:100).

Для получения планируемой урожайности надо внести с удобрениями на 1 га:

150-30=120 кг N, 50-15=35 кг P_2O_5, 225-60=165 кг K_2O.

Под картофель намечено внести 40 т навоза на 1 га, содержащего 0,5% N, 0,25% P_2O_5, 0 6% K_2O, с которым на 1 га будет внесено 200 кг азота, 100 кг P_2O_5, 240 K_2O.

Растения используют из навоза в первый год N – 20%, P_2O_5 – 30%, K_2O – 50%, то есть N – 40, P_2O_5 – 30, K_2O – 120 кг (200х20:100, 100х30:100, 240х50:100).

С минеральными удобрениями надо внести 1 га:

120 - 40=80 кг N, 35-30=5,0 кг P_2O_5, 165-120=45 кг K_2O.

С учетом коэффициентов использования питательных веществ из удобрений (N – 60%, P_2O_5 – 20%, K_2O – 80%) гектарные нормы внесения равны:

80х100:60=133 кг N, 5х100:20=25 кг P_2O_5, 45х100:80=56 кг K_2O.

Формы удобрений устанавливаются с учетом биологических особенностей культуры и хозяйственных возможностей. Если имеются аммиачная селитра (34% N), суперфосфат простой (20% P_20_5) и хлористый калий (60% K_2O), то их потребуется на га:

аммиачной селитры 133:34=3,9 ц,
суперфосфата 25:20=1,2 ц,
хлористого калия 56:60=0,9 ц.
} 6 ц

Таким образом, для получения запланированного урожая 250 ц/га клубней картофеля при соблюдении технологии возделывания необходимо внести 40 т навоза и 6,0 ц указанных форм минеральных удобрений на 1 га.

Расчет норм удобрений на планируемую прибавку урожая следует начинать с установления средней урожайности сельскохозяйственной культуры за 3-5 предыдущих лет.

Затем планируют прибавку урожая, исходя из максимальной прибавки за указанный период и рассчитывают необходимые для этого количества питательных веществ. Для этого надо определить вынос питательных веществ прибавкой урожая и с учетом коэффициентов использования питательных веществ из удобрений установить необходимую норму. Рассчитанную на прибавку урожая норму удобрений корректируют с помощью поправочных коэффициентов в зависимости от плодородия почвы.

Математические методы с использованием ЭВМ предусматривают расчеты удобрений с учетом ряда факторов, определяющих их эффективность, с использованием ЭВМ.

Следует иметь в виду, что разработка норм удобрений при помощи математических методов зависит от количества и точности результатов полевых и производственных опытов, а также агрохимических исследований почв и растений.

В последние годы в центральных районах Нечерноземной зоны РФ широко применяются нормы удобрений для каждой сельскохозяйственной культуры, разработанные Центральным институтом агрохимического обслуживания (ЦИНАО) по программе «РАДОЗ». При этом учитываются тип, механический состав, степень эродированности и кислотность почвы, обеспеченность подвижными формами питательных веществ, предшественники, внесение удобрений под предшествующие культуры, продуктивность и планируемая урожайность возделываемой культуры.

На основании обработанной по программе информации, полученной от хозяйств, последним выдаются рекомендации и планы применения удобрений на планируемый год. При этом указываются нормы и дозы минеральных и органических удобрений, извести, способы их внесения на каждом участке, а также общая потребность в удобрениях по участкам, полям, севооборотам, отделениям и хозяйству в целом. Специалисты хозяйства могут корректировать эти нормы в зависимости от сложившихся условий.

После того, как будет решен вопрос о методе определения норм удобрений и установлены их величины для сельскохозяйственных культур, необходимо подсчитать потребность в удобрениях для севооборота, а также насыщенность севооборота удобрениями.

Таблица 11

Расчет норм удобрений на запланированный урожай по выносу

	Показатель	Культура _____ Планируемый урожай _____ ц/га				Культура _____ Планируемый урожай _____ ц/га				Культура _____ Планируемый урожай _____ ц/га			
		орг.	N	P_2O_5	K_2O	орг.	N	P_2O_5	K_2O	орг.	N	P_2O_5	K_2O
1	Вынос питательных веществ на 1,0 ц продукции, кг												
2	Вынос запланированным урожаем, кг												
3	Содержание в почве подвижных питательных веществ, мг/100 г												
4	Запасы в почве подвижных питательных веществ, кг/га												
5	Коэффициенты усвоения из почвы, %												
6	Будет использовано из почвы с учетом коэффициентов усвоения, кг/га												
7	Будет внесено в навозом, кг/га												
8	Коэффициенты усвоения питательных веществ из навоза в первый год, %												
9	Будет использовано из навоза с учетом коэффициента усвоения, кг												
10	Необходимо довнести питательных веществ с минеральными удобрениями, кг/га												
11	Коэффициенты усвоения питательных веществ из минеральных удобрений, %												
12	Следует внести питательных веществ с минеральными удобрениями, кг/га												

Продолжение таблицы 11

Культура _____ Планируемый урожай _____ц/га				Культура _____ Планируемый урожай _____ц/га				Культура _____ Планируемый урожай _____ц/га				Культура _____ Планируемый урожай _____ц/га				Культура _____ Планируемый урожай _____ц/га				Культура _____ Планируемый урожай _____ц/га			
орг.	N	P_2O_5	K_2O	орг.	N	P_2O_5	K_2O	орг.	N	P_2O_5	K_2O	орг.	N	P_2O_5	K_2O	орг.	N	P_2O_5	K_2O	орг.	N	P_2O_5	K_2O

4. ХИМИЧЕСКАЯ МЕЛИОРАЦИЯ ПОЧВ

Определив место и дозу внесения в севообороте органических удобрений, устанавливают место и дозы внесения извести или гипса.

Известкование почв

Известкование почв производится в соответствии с их кислотностью и набором сельскохозяйственных культур в севообороте. Норму лучше устанавливать по гидролитической кислотности, принимая во внимание, что в большинстве севооборотов следует вносить нормы, соответствующие гидролитической кислотности почвы, а в льняных и картофельных севооборотах нормы извести не должны превышать $^1/_2$ гидролитической кислотности на легких и малоокультуренных почвах и $^3/_4$ гидролитической кислотности на более окультуренных почвах.

Полная норма извести по гидролитической кислотности (т/га $CaCO_3$) численно равна Нг х 1,5. Если данные о гидролитической кислотности почвы отсутствуют, нормы извести устанавливаются по pH солевой вытяжки (табл. 12). Эти нормы извести составляют приблизительно $^3/_4$ нормы установленной по гидролитической кислотности.

Таблица 12

Нормы извести в зависимости от pH (т/га $CaCO_3$)

Механический состав почвы	pH солевой вытяжки					
	≤ 4,5	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4-5,5
Супесчаный и легкосуглинистый	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	2,0
Средне- и тяжелосуглинистый	6,0	5,5	5,0	4,4	4,0	3,5

При вычислении норм известковых материалов делается поправка на содержание в них действующего вещества (выраженного в % $CaCO_3$), влажность и тонину помола.

В первую очередь должны известковаться сильнокислые, затем среднекислые и, наконец, слабокислые почвы. Однако следует учитывать и отношение сельскохозяйственных культур к кислотности почвы; известкование должно проводиться в первую очередь под культуры, страдающие от кислотности (свеклу, кукурузу, бобовые, пшеницу, корнеплоды, капусту и др.). Если, например, эти культуры высеваются на среднекислых почвах, а картофель или овес на сильнокислых, то известь следует вносить под культуры, страдающие от кислотности, или еще лучше - под предшествующую им культуру (табл.13).

Обоснование плана известкования кислых почв

Таблица 13

План известкования почвы

№ поля	pH KCl	Гидролит. кислот-сть, м-экв. на 100 г почвы	Установленная общая норма, т/га		20 г.		20 г.		20 г.		20 г.		20 г.		20 г..		20 г.		20 г.	
			$CaCO_3$	норма известкового материала	культура	норма известкового матер., т/га	культура	норма известкового матер., т/га	культура	норма известкового матер., т/га	культура	норма известкового матер., т/га	культура	норма известкового матер., т/га	культура	норма известкового матер., т/га	культура	норма известкового матер., т/га	культура	норма известкового матер., т/га
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				

Гипсование почв

Гипсование необходимо для улучшения солонцов и солонцеватых почв, содержащих более 10% натрия от общей емкости поглощения. Замещение поглощенного натрия кальцием достигается на некоторых солонцеватых почвах путем самогипсования и методом планировки. При самогипсовании солонцеватые почвы, содержащие гипс (2-3%) на глубине 30-45 см, подвергают глубокой вспашке или плантажу на глубине35-50 см с тем, чтобы перемещать гипсоносный слой (полностью или частично) с солонцовым горизонтом. Образующийся при этом Na_2SO_4 (если он будет в избытке) удаляется последующим орошением (промывка солей).

Количество гипса, необходимое для замены избытка поглощенного натрия кальцием, рассчитывается по следующей формуле:

доза $CaSO_4 \bullet 2H_2O$ т/га=0,086 • (Na – 0,1E) • H • D (Антипов – Каратаев И.Н.)

где Na – содержание поглощенного натрия в миллиэквивалентах на 100 г почвы;
E – емкость поглощения в миллиэквивалентах на 100 г почвы;
H – глубина мелиорируемого слоя;
D – объемный вес мелиорируемого слоя.
Для гипсования почв используют гипс сыромолотый, фосфогипс, алебастр.

Таблица 14

Степень солонцеватости почв в зависимости от содержания поглощенного натрия

Содержание поглощенного натрия, % от емкости поглощения	Почвы
Не больше 3-5	Несолонцеватые
5-10	Слабосолонцеватые
10-20	Солонцеватые
Больше 20	Солонцы

Обоснование плана гипсования почв

Таблица 15

План гипсования почв

№ поля	pH KCl	Na, м-экв на 100 г почвы	Установленная общая норма, т/га		200 г.		200 г.		200 г.		200 г.		200 г.		200 г.		200 г.		200 г.	
			$CaSO_4$	материала	культура	доза гипса, т/га	культура	доза гипса, т/га	культура	доза гипса, т/га	культура	доза гипса, т/га	культура	доза гипса, т/га	культура	доза гипса, т/га	культура	доза гипса, т/га	культура	доза гипса, т/га
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				

5. ПЛАН РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УДОБРЕНИЙ В САДУ И В_____ СЕВООБОРОТЕ

План распределения удобрений составляется для полевого или овощного севооборота (по заданию преподавателя) или сада (виноградника) (табл. 16).

Особо важное значение в проекте системы удобрения имеет план распределения удобрений между полями (культурами) севооборота. В плане указываются нормы, сроки и способы внесения удобрений под отдельные культуры. Они должны быть обязательно увязаны с почвенными и климатическими условиями, а также биологическими особенностями культур в севообороте.

При распределении удобрений между полями (культурами) севооборота необходимо прежде всего установить норму и место внесения навоза и других органических удобрений. В первую очередь удобрения вносят под ведущие в хозяйстве культуры: технические, овощные, кукурузу, сахарную свеклу и картофель. Необходимо учитывать влияние предшественников, а также последействие ранее внесенных удобрений.

Нормы минеральных удобрений приводятся в килограммах действующего вещества, а органических - в тоннах на гектар.

В системе удобрения могут применяться: основное, припосевное удобрение и подкормки. Необходимость применения подкормки нужно обосновать, так как обычно более эффективны припосевное и основное удобрения. Целесообразно самое широкое использование припосевного удобрения, как приема наиболее экономически эффективного, дающего возможность экономить удобрения и повысить их оплату полученной продукцией.

На кислых почвах необходимо комбинировать внесение фосфоритной муки в основном удобрении и суперфосфата - в припосевном. Например, вносить фосфоритную муку в компосте с органическими или в смеси с минеральными удобрениями, можно и в чистом виде, а небольшую дозу гранулированного суперфосфата (10-15 кг/га P_2O_5) — с семенами в рядки или гнезда при посеве. Фосфоритная мука на почвах ненасыщенных основаниями должна широко применяться, в особенности в компостах с органическими удобрениями.

Фосфоритная мука, суперфосфат и калийные удобрения, вносимые в виде компостов с органическими, отражаются в соответствующих графах минерального удобрения путем указания доз N, P_2O_5, и K_2O.

В случае применения печной золы и навозной жижи в таблице указывается количество вносимых удобрений под данную культуру в кг/га д.в.

Студент должен не только подробно описать удобрение каждой культуры, но также дать обоснование рекомендуемым дозам удобрений при разных сроках внесения.

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Таблица 16

План распределения удобрений в _____ севообороте, кг/га д.в.

№ поля	Наименование культуры		Площадь, га	Урожайность, ц/га	Норма удобрения				Основное				При посеве		Подкормки		
					органич., т/га	минеральные			под зябь или озимь			под предпос. культив.	минеральные		минеральные		
						N	P_2O_5	K_2O	органич., т/га	минеральные			N	P_2O_5	N	P_2O_5	K_2O
										P_2O_5	K_2O	N					
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
Насыщенность удобр.:																	
минер.		кг/га д.в.															
		ц/га туков															
орган.		т/га															

6. УДОБРЕНИЕ САДА И ВИНОГРАДНИКА

Следует учитывать тип почвы, возраст сада, его видовой состав, режим увлажнения. Удобрение плодоносящего и неплодоносящего сада различается лишь дозами. То же характерно и для орошаемых садов: дозы удобрений увеличиваются на 30-50% при орошении.

Навоз вносят один раз в три-четыре года в дозе 30-50 т/га. Минеральные удобрения (двойная-тройная доза РК) применяют ежегодно или один раз в два-три года. Азот следует вносить ежегодно. В год внесения навоза дозу минеральных удобрений следует уменьшить в два раза (табл. 17).

В зависимости от типа почвы выбирают конкретные формы удобрений. Потребность питательных веществ на 1 га определяют в соответствии с рекомендациями зональных агрохимических лабораторий. Общую потребность в удобрениях на всю площадь сада устанавливают как в физическом весе конкретных удобрений, так и в центнерах действующего вещества.

ОБОСНОВАНИЕ УДОБРЕНИЯ САДА И ВИНОГРАДНИКА

Таблица 17

Удобрение садов и виноградников

№ № п/п	Название или № участка, квартала	Вид насаждений	Площадь, га	Удобрения из расчета на 1 га					Потребность в удобрениях на всю площадь			
				время и способ внесения удобрений	органические, т	минеральные в кг действ. вещества			органические, т	в ц станд. туков		
						N	P_2O_5	K_2O		N	P_2O_5	K_2O
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
Всего удобрений												

Примечание: удобрение неплодоносящих садов и виноградников включает посадку на постоянное место и содержание садов и виноградников до вступления в плодоношение.

7. УДОБРЕНИЕ В ПАРНИКАХ И ТЕПЛИЦАХ

Большинство овощных культур высаживаются рассадой, выращиваемой в парниках и теплицах.

Площадь теплиц или число парниковых рам для получения рассады определяют делением необходимого числа растений на занимаемой данной овощной культурой площади на выход рассады с 1 $м^2$ теплицы или одной парниковой рамы. Для обеспечения 1 га рассадой ранней капусты требуется 130 парниковых рам или 195 $м^2$ теплиц, средней капусты - соответственно 90 и 135, помидоров - 110 и 165, перца - 145 и 220, огурцов - 185 и 280.

Для обогрева парников необходимо биотопливо, чаще всего - навоз - 0,35-0,91 т на одну раму. Умножая это количество навоза на общее число рам, находят его общую массу для парников. Навоз в дозе 200-250 т/га применяют и как удобрение для теплиц (табл. 18).

Таблица 18

Расчеты по использованию удобрений в парниках

№№ п/п	Культура	Число парниковых рам, шт.	Навоз		Минеральные удобрения					
			на 1 парниковую раму, т	всего	на 1 раму					
					виды и формы, кг/га			всего		
					N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Рассаду в парниках два-три раза подкармливают: 5-6 л воды на одну парниковую раму; в 100 л воды растворяют 17-30 г азота (д.в.), 15-20 г фосфора, 10-14 г калия. Применяют простые удобрения - аммиачную селитру, суперфосфат, калимагнезию и комплексные - кристаллин и т. д. Для питания рассады на 1 га теплицы за год вносят: аммиачной селитры - 3,3 ц, суперфосфата - 11 ц, хлористого калия - 4,4, калийной селитры - 0,5 ц, сульфата аммония - 1,1ц.

Таблица завершается подсчетом потребности в органических и минеральных удобрениях для теплиц или парников.

Заключение

8. УДОБРЕНИЕ ЛУГОВ И ПАСТБИЩ

Действие отдельных видов, доз и сочетаний удобрений на лугах и пастбищах во многом зависит от их типа, видового состава трав, агрохимических свойств почв, режима влажности и других факторов. Например, на суходольных и пойменных лугах и пастбищах с преобладанием злаковых трав наиболее эффективно сочетание всех видов минеральных удобрений, а на торфяно-болотных почвах – калийные и медные в сочетании с фосфорными удобрениями. На всех почвах эффективность фосфорно-калийных удобрений возрастает с увеличением влажности почв (табл. 19).

ОБОСНОВАНИЕ УДОБРЕНИЯ ЛУГОВ И ПАСТБИЩ

Таблица 19

Удобрение лугов и пастбищ

№№ п/п	Типы лугов	Площадь, га	Фактический урожай в среднем за 3 года, ц/га	Планируемый урожай на 200 г, ц/га	Коренное улучшение				Известковые материалы, т/га	Подкормка			
					орган., т/га	минеральные, кг/га д.в.				орган., т/га	минеральные, кг/га д.в.		
						N	P_2O_5	K_2O			N	P_2O_5	K_2O
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
Всего удобрений, ц													

9. БАЛАНС ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В САДУ И СЕВООБОРОТЕ

Важнейшим теоретически обоснованным способом проверки правильности разработанной системы удобрения в севообороте является расчет баланса питательных элементов при ее разработке.

С урожаем растения выносят из почвы значительные количества питательных элементов и, если эта потеря не возмещается, постепенно происходит истощение почвы и урожаи падают. Естественно, что на разных почвах скорость этого процесса различна - на плодородных это происходит гораздо медленнее, чем на бедных. Известно, что основными статьями прихода в балансе являются удобрения, симбиотические и свободно живущие азотфиксаторы и выпадение питательных элементов с осадками, а расхода - вынос питательных элементов с урожаем, выщелачивание их в грунтовые воды, эрозия и безвозвратные потери под влиянием деятельности некоторых микроорганизмов (денитрификация). Если учесть, что путем регулирования водно-воздушного и теплового режимов почвы можно значительно уменьшить такие статьи баланса, как эрозия, выщелачивание и денитрификация, и предположить, что поступление азота в почву с атмосферными осадками и фиксированного свободноживущими азотфиксаторами примерно равно потерям азота за счет вымывания его осадками, то наиболее существенными статьями баланса останутся: внесение удобрений, азотфиксация симбиотическими азотфиксаторами, вынос питательных элементов с урожаем.

Вместе с тем даже при относительно высоких урожаях многолетних трав обогащение почвы атмосферным азотом за счет деятельности клубеньковых бактерий клевера составляет относительно незначительную величину, потому что они одновременно выносят большое количество этого элемента с урожаем. Поэтому даже |при наличии в севообороте многолетних трав их азот не следует считать ни в приход, ни в расход, а для получения урожаяв зернобобовых 25-30 ц/га зерна и более нужно хотя бы наполовину удовлетворять их потребности в азоте за счет удобрений, так как они при таких урожаях в большей степени потребители, а не накопители азота почвы. Следовательно, с учетом вышесказанного практические расчеты баланса питательных элементов в севообороте сводятся к двум статьям: вынос с урожаем и внесение удобрений.

Сказанное выше ни в коей мере не отрицает, а, напротив, подчеркивает положительное влияние многолетних трав на азотный баланс в хозяйстве. В самом деле, без внесения непосредственно под эти культуры азотных удобрений мы получаем с урожаем от 280 до 346 кг/га азота, и почва при этом не обедняется азотом. Поэтому при разработке системы удобрения в севообороте по многолетним травам можно не включать азот ни в приходную, ни в расходную статьи баланса, но это ни в коей мере не относится к фосфору и калию.

Итак, мы установили, что баланс при указанных условиях определяется по двум статьям: вынос с урожаем и внесение удобрений. Каковы же его количественные показатели?

Так как научно обоснованная система удобрения наряду с повышением урожайности и качества сельскохозяйственных культур обеспечивает и улучшение плодородия почв (его повышение и выравнивание по отдельным показателям), то и баланс питательных элементов при этом должен быть, казалось бы, только положительным по всем элементам. Но известно, что почвы разных типов неоднородны по потенциальному плодородию вообще, а по эффективному плодородию - в еще большей степени; так как даже в пределах одной почвенной разности могут отличаться по механическому составу, содержанию органического вещества, обеспеченности подвижными формами питательных элементов, кислотности и многим другим свойствам.

Одна почва может иметь высокое содержание гумуса и азота, низкое - подвижных форм калия, другая - много калия и мало фосфора и азота и т. д. Кроме того, большое влияние на баланс питательных элементов оказывает при всех прочих равных условиях общий уровень урожайности культур, так как с ростом урожайности возрастают, как

правило, выносы питательных элементов с урожаями. В этом случае особенно возрастает значение большего положительного баланса.

Учитывая возможные коэффициенты использования питательных элементов из удобрений и основные задачи научно обоснованной системы удобрения в севообороте, можно считать, что на почвах со средним уровнем эффективного плодородия (III-IV класс) баланс питательных элементов должен быть положительным и количественно выражаться в процентах к выносу с урожаем в следующих величинах: по фосфору +80-100%, по азоту +10-20% и по калию от 0 до +10%. Только при таких показателях на среднеплодородных почвах возможно получение урожаев зерновых 35-40 ц/га и более эквивалентных урожаев других культур при повышении плодородия почв.

Естественно, что в зависимости от плодородия конкретного участка количественные показатели баланса могут изменяться. Так, например, на тяжелосуглинистых и глинистых почвах, богатых калием, возможен даже дефицитный баланс этого элемента в пределах 10-20% против выноса, на среднесуглинистых почвах и сероземах, высоко обеспеченных подвижным калием, баланс может быть близким к нулю, а на песчаных и супесчаных бедных калием почвах должен быть только положительным, не ниже +10% против выноса.

Баланс по азоту также может колебаться в зависимости от типа почвы, приближаясь к нулю на торфяниках и мощных черноземах или опускаться до +5-10% против выноса при наличии в севообороте; многолетних бобовых трав, тогда как на дерново-подзолистых почвах должен быть не ниже +15-20% против выноса.

Теоретически положительный баланс по фосфору может быть значительно меньше (до +50%) на почвах, высоко обеспеченных этим элементом, но таких почв в масштабах страны практически почти нет. На почвах же, очень бедных этим элементом, положительный баланс по нему должен составлять +130-150% против выноса.

Кроме того, количественные показатели баланса могут изменяться на одной и той же почве в зависимости от состава севооборота, Так, например, при наличии многолетних трав и культур, способных усваивать фосфор из труднодоступных фосфатов (люпины и др.), соответственно может несколько уменьшаться баланс азота и фосфора. В севообороте с калиелюбивыми культурами баланс калия может уменьшаться до нуля.

И, наконец, совершенствование способов внесения удобрений также будет изменять количественные показатели баланса.

Поскольку почвы всех типов, как правило, неодинаково плодородны по отдельным элементам, естественно, и баланс в зависимости от этого по отдельным элементам может колебаться (табл. 20).

Таблица 20

Примерные количественные показатели баланса питательных элементов при разном плодородии почв (в % к выносу)

Элементы баланса	Плодородие почвы по всем элементам		
	низкое (I и II классы)	среднее (II и IV классы)	высокое (V и VI классы)
N	+30-20	+20-10	+10-0
P_2O_5	+150-130	+100-80	до +50
K_2O	+15-20	+10-0	от 0 до -20

Составив план распределения удобрений для одного из севооборотов, студент должен установить, как сложится примерный баланс гумуса и питательных веществ в этом севообороте.

При определении баланса гумуса и питательных веществ в севообороте необходимо:

1. Подсчитать потери гумуса и вынос питательных веществ с планируемыми урожаями.
2. Установить поступление азота, фосфора и калия в почву с органическими и минеральными удобрениями.
3. Сделать заключение о балансе гумуса и питательных веществ в севообороте. В случае необходимости дать рекомендации по его улучшению.

Баланс гумуса в почве

Система применения удобрений в севообороте должна предусматривать не только бездефицитный баланс гумуса, но и расширенное его воспроизводство в почве. В зависимости от степени интенсификации земледелия и почвенно-климатических условий потери гумуса от его минерализации могут составлять ежегодно 0,4-4,0 т с 1 га.

Восполнение потерь осуществляется за счет гумификации органического вещества пожнивных и корневых остатков, но главным образом внесением органических удобрений.

В настоящее время рекомендации по поддержанию бездефицитного и положительного баланса гумуса основываются на следующих средних данных (табл. 21).

Таблица 21

Показатели минерализации гумуса, восполнение его потерь за счет пожнивных и корневых остатков и коэффициент гумификации навоза

Район	Ежегодная минерализация гумуса в почве, т/га			Восполнение гумуса за счет пожнивных остатков, т/га			Коэффициент гумификации навоза, %
	под зерновыми	под пропашными	в чистом пару	зерновых	пропашных	многолетних трав	
Центральный (НЧЗ)	1,0	1,5	1,7	0,4	0,2	0,6	20
Центрально-черноземный	0,7	2,0	2,2	0,5	0,25	0,8	30
Поволжский	0,5	2,0	2,2	0,4	0,2	0,6	25
Северо-Кавказский	0,7	2,5	2,8	0,7	0,35	0,8	25
Белоруссия	1,0	2,0	2,2	0,5	0,25	0,8	20

Как видно, большую часть гумуса необходимо восполнять за счет органических удобрений. Принято считать, что от 1 т навоза, содержащего 200-250 кг сухого органического вещества, с учетом гумификации образуется 35-50 кг гумуса. Другие органические удобрения приравниваются к навозу по содержанию органического вещества. Исходя из этого, нетрудно подсчитать ежегодную норму органических удобрений в среднем на 1 га пашни в севообороте для создания бездефицитного или положительного баланса гумуса в почве. Такой баланс имеется на полях с посевом многолетних трав, где отношение гумуса, восполняемого за счет пожнивных и корневых остатков к потерям его из-за минерализации равно 1, а при хороших урожаях - выше.

Однако создание бездефицитного баланса гумуса при бессменном возделывании многолетних трав не является системой, так как современный уровень земледелия предусматривает выращивание различных культур в севообороте.

При существующей структуре посевных площадей и урожайности сельскохозяйственных культур потери гумуса при его минерализации не могут восполниться за счет корневых и пожнивных остатков, поэтому для каждого севооборота необходимо установить норму ежегодного внесения органических удобрений в среднем на 1 га пашни.

Пример расчета баланса гумуса в севообороте на дерново-подзолистых почвах в Центральном районе Нечерноземной зоны РФ приводится ниже (табл. 22).

Дефицит гумуса равен 1,03-0,40=0,63 т, или 630 кг на 1 га.

На поля севооборота вносится навоз, содержащий сухого органического вещества 22%, или 220 кг на 1 т.

Коэффициент гумификации навоза 20%.

Количество гумуса, образующегося от 1 т навоза, равно: 220х20:100=44 кг.

Таблица 22

Баланс гумуса в севообороте

№ поля	Культура	Площадь, га	Содержание гумуса в почве		Минерализуется гумуса в год, т/га	Восполняется гумуса за счет пожнивных и корневых остатков в год, т/га
			%	т/га		
1	Многолетние травы	100	2,3	69	0,6	0,6
2	Многолетние травы	102	2,4	72	0,6	0,6
3	Озимая пшеница	102	2,3	69	1,0	0,4
4	Картофель	100	2,2	66	1,5	0,2
5	Овес	101	2,2	66	1,0	0,4
6	Кукуруза на силос	99	1,7	51	1,5	0,2
7	Ячмень с подсевом мн. трав	103	2,1	61	1,0	0,4
	Итого	707	-	457	7,2	2,8
	Среднее	101	2,2	65	1,03	0,40

Для обеспечения бездефицитного баланса гумуса необходимо вносить в среднем ежегодно на 1 га пашни севооборота:

630:44=14 т навоза

или соответствующее количество органического удобрения - расчетная насыщенность севооборота органическими удобрениями.

Фактическая насыщенность севооборота органическими удобрениями, навозом, например - 18т на 1 га.

Обеспечивается фактическое восполнение потерь гумуса за счет вносимых органических удобрений: 18×44=792 кг на 1га.

Баланс гумуса (кг на 1 га) 792-630=162

% к расчетной величине – 792х100:630 =125,7%

При отрицательном балансе следует определить необходимое дополнительное количество органического удобрения в расчете на 1 га пашни севооборота ежегодно.

Ознакомившись с методическими указаниями по составлению балансов, студент обязан сделать расчеты для конкретного севооборота.

Таблица 23

Баланс азота (N)

№№ п/п	Культура	Площадь, га	Урожай, ц/га	Вынос с урожаем, кг/га	Поступление, кг/га			Баланс	
					с орган. удобрен.	с миner. удобрен.	всего	на 1 га, кг	на всю площадь, кг
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
Сумма									
Среднее									

Таблица 25

Баланс фосфора (P_2O_5)

№№ п/п	Культура	Площадь, га	Урожай, ц/га	Вынос с урожаем, кг/га	Поступление, кг/га			Баланс	
					с орган. удобрен.	с миner. удобрен.	всего	на 1 га, кг	на всю площадь, кг
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									

10									
11									
Сумма									
Среднее									

Таблица 24

Баланс калия ($К_2О$)

№ № п/п	Культура	Площадь, га	Урожай, ц/га	Вынос с урожаем, кг/га	Поступление, кг/га			Баланс	
					с орган. удобрен.	с минер. удобрен.	всего	на 1 га, кг	на всю площадь, кг
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
Сумма									
Среднее									

Таблица 26

Баланс питательных веществ в севообороте
(в среднем кг на га площади)

Показатели		N	P_2O_5	$К_2О$
Убыль, всего				
в том числе: вынос с урожаем				
Поступило в почву, всего				
в том числе:	с органическими удобрениями			
	с минеральными удобрениями			
Баланс (+ -)				

Интенсивность баланса (возмещение выноса), %			

Обоснование баланса гумуса и питательных веществ ____

10. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ В САДУ И СЕВООБОРОТЕ

При правильном применении минеральных и органических удобрений и оптимальном их сочетании в севооборотах под различные культуры повышается их агрономическая, экономическая и энергетическая эффективность.

Необходимо знать следующие данные, полученные из материалов бухгалтерского учета в хозяйстве или из приложений:

- средняя урожайность и нормы применения удобрений под культуру;
- цены и наценки на минеральные удобрения и их внесение;
- энергетический урожай, полученный за счет удобрений;
- энергетические затраты на применение удобрений;
- затраты на уборку и подработку дополнительного урожая;
- закупочные цены на сельскохозяйственную продукцию;
- расчеты экономической, агрономической и энергетической эффективности удобрений надо показать на примере культур одного севооборота.

Расчет экономической эффективности ведется по схеме, приведенной в таблице 28. При ее заполнении для подсчета общего количества удобрений и их стоимости для каждой культуры нужно использовать как вспомогательную таблицу 27.

Расчет энергетической эффективности удобрений (по В.Г. Минееву, 1990).

Дальнейшая интенсификация сельскохозяйственного производства и рост урожайности культур будет сопровождаться увеличением затрат невозобновляемой энергии, в том числе и за счет возрастающего количества применяемых удобрений. В перспективе важно разрабатывать и использовать энергопротивозатратные технологии производства, при которых меньше затрачивается энергии на производство сельскохозяйственной продукции. А это требует от специалистов знания основ расчета агрономической и энергетической эффективности применения удобрений в прогрессивных технологиях, что предполагает использовать следующие показатели:

1. Энергетические затраты на применение удобрений;
2. Энергетический урожай, полученный за счет удобрений;
3. Коэффициент энергетической эффективности удобрений.
4. Интенсивность использования энергии (стоимость прибавки в рублях делится на энергозатраты по применению удобрений), которая указывает на связь между стоимостной и энергетической оценками применения удобрений.

С энергетической точки зрения применение удобрений считается эффективным тогда, когда обеспечивается более чем однократная окупаемость затрат, т.е. больше 1,0.

Энергия, накопленная в общем урожае сельскохозяйственных культур, оценивается в джоулях (МДж) и учитывается в основной и побочной продукции. А энергия, полученная от применения минеральных удобрений (содержащаяся в прибавке урожая), определяется по формуле 1 и заполняется таблица 29.

$$Vf^o = Yn \times Ri \times l \times 100, МДж/га \quad [1]$$

где Vf^o – содержание энергии в прибавке основной продукции, МДж;

Yn – прибавка урожая основной продукции от удобрений ц/га;

Ri – коэффициент перевода единицы с.-х. продукции в сухое вещество;

l – содержание общей энергии в 1 кг сухого вещества основной продукции, МДж;

100 – коэффициент перевода ц в кг.

Значения показателей l и Ri приведены в таблице 1 приложения 9.

В совокупных энергозатратах на осуществление технологического процесса минеральные удобрения в расчете на 1 кг д.в. оцениваются следующим количеством энергии (МДж): азотные (a_N) – 86,6, фосфорные (a_P) – 12,6, калийные (a_K) – 8,3, навоз – 0,42 (табл. 2 приложения 9).

Наименьшая энергетическая эффективность наблюдается у азотных удобрений, что связано с более высокими энергозатратами на их производство по сравнению с фосфорными и калийными удобрениями.

Энергетические затраты (A_0) на применение минеральных удобрений определяются по формуле 2 и заполняется таблица 27.

$A_0 = (H_N \times a_N) + (H_P \times a_P) + (H_K \times a_K)$ МДж, [2]

где H_N, H_P, H_K – соответственно фактические дозы внесения азотных, фосфорных и калийных удобрений, кг/га д.в.;

a_N, a_P, a_K энергетические затраты на 1 кг д.в. азотных, фосфорных и калийных удобрений.

Энергетическая эффективность (энергоотдача, или биоэнергетический КПД) применения минеральных удобрений (η) определяется по формуле 3:

$$\eta = \frac{Vf_o}{Ao}, \qquad [3]$$

где η - энергетическая эффективность (энергоотдача, или биоэнергетический КПД), ед.;

Vf^o – количество энергии, полученное в прибавке урожая основной продукции от минеральных удобрений, МДж;

A_0 – энергозатраты на применение минеральных удобрений, МДж (табл. 3 в приложении 9).

Окупаемость удобрений определяется делением величины прибавки (в кг/га з.е.) на общее количество внесенных на гектар удобрений (в кг/га д.в., табл. 31).

Приведем примеры на основе фактических данных.

Пример 1. Расчет энергетической эффективности (энергоотдача) минеральных удобрений на возделывание озимых зерновых культур по интенсивным технологиям в хозяйствах страны в среднем за 1985 г.

1. Урожайность зерновых культур – 27,0 ц/га.
2. Дозы минеральных удобрений – N_{80} P_{64} K_{37}.
3. Прибавка урожая зерна от удобрений – 7,0 ц/га.

$$\eta = \frac{Vf_o}{A_o} = \frac{700 \times 16{,}45}{(80 \times 86{,}6) + (64 \times 12{,}6) + (37 \times 8{,}3)} = \frac{11515 МДж}{8041 МДж} = 1{,}43 ед.$$

η =1,43, т.е. с энергетической точки зрения интенсивные технологии возделывания озимых зерновых культур в стране в 1985 г. были эффективными, так как энергоотдача превышала единицу.

Пример 2. Расчет энергетической эффективности (энергоотдачи) минеральных удобрений и навоза на возделывание картофеля в хозяйствах Белоруссии в среднем за 1986 г.

1. Урожайность картофеля – 210 ц/га.
2. Дозы минеральных удобрений – N_{105} P_{85} K_{142} + 76 т/га навоза.
3. Прибавка урожая картофеля от удобрений всего – 126, в том числе от минеральных удобрений 70, от навоза 56 ц/га.

а) энергетическая эффективность (энергоотдача) минеральных удобрений на выращивание картофеля:

$$\eta_{му} = \frac{Vf_o1}{A_o1} = \frac{700 \times 3{,}66}{(105 \times 86{,}6) + (85 \times 12{,}6) + (142 \times 8{,}3)} = \frac{25620 МДж}{11343 МДж} = 2{,}26 ед.$$

Таким образом, на единицу энергетических затрат получено 2,26 единиц энергии, содержащейся в прибавке урожая от минеральных удобрений.

Таблица 27

Расчет количества туков и их стоимости

№№ п/п	Культуры	Удобрения								Стоимость удобрений, руб.				
		орган., т/га	минеральные, кг/га д.в.			туки, ц/га				орган.	минеральные			всего
			N	P_2O_5	K_2O	азотн.	фос-форн.	калийн.	всего		азотн.	фосфорн.	калийн.	
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
Многолетники														
1	Плодоносящий сад													
2	Плодоносящий виноградник													
3	Луга и пастбища													

Таблица 28

Расчет экономической эффективности применения удобрений

№№ п/п	Культура	Площадь, га	Внесено удобрений, ц/га	Стоимость удобрений, руб./га	Затраты на внесение удобрений, руб./га	Затраты на уборку и перевозку дополнител. продукции, руб./га	Всего затрат на применение удобрений, руб./га	Прибавка урожая от удобрений, ц/га	Стоимость прибавки, руб./га	Условно чистый доход, руб.			Рентабельность, %
										с 1 га	со всей площади	на 1 руб. затрат	
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
В среднем с 1 га													
Всего													
Многолетники													
1	Плодоносящий сад												
2	Плодоносящий виноградник												
3	Луга и пастбища												
ИТОГО													

Таблица 29

Определение содержания энергии в прибавке урожая основной продукции (Vf^o)

№№ п/п	Культуры	Прибавка урожая (Yn), ц/га	Коэффициент перевода в сухое вещество (Ri)	Энергия в 1 ц сухого вещества (l), МДж	Содержание общей энергии в 1 ц урожая в натуре (Ri *x l*), МДж	Содержание энергии в прибавке осн. продукции (Vf^o), МДж
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
Многолетники						
1	Плодоносящий сад					
2	Плодоносящий виноградник					
3	Луга и пастбища					

Таблица 30

Определение энергозатрат на применение удобрений (A_0)

№№ п/п	Культуры	Дозы удобрений, кг/га					Энергетические затраты на применение удобрений, МДж/га					
		орган. удобр.	N	P_2O_5	K_2O	всего	орган. удобр.	N	P_2O_5	K_2O	известь	всего (A_0)
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
Многолетники												
1	Плодоносящий сад											
2	Плодоносящий виноградник											
3	Луга и пастбища											

Таблица 31

Определение окупаемости удобрений прибавкой урожая

№№ п/п	Культуры	Прибавка			Внесено удобрений всего кг/га д.в.	Окупаемость, кг/га з.е. на 1 кг д.в.
		кг/га	коэффициент перевода в з.е.	всего з.е., кг/га		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
Многолетники						
1	Плодоносящий сад					
2	Плодоносящий виноградник					
3	Луга и пастбища					

Таблица 32

Агрономическая и энергетическая эффективность применения удобрений в _____ севообороте

№№ п/п	Культуры	Прибавка урожая, ц/га	Количество энергии в прибавке (Vf^o), МДж	Всего затрат энергии на удобрения (A_0), МДж	Энергетический коэффициент (η), ед.	Стоимость прибавки, руб.	Интенсивность использования энергии
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
Многолетники							
1	Плодоносящий сад						
2	Плодоносящий виноградник						
3	Луга и пастбища						

Заключение
по экономической и энергетической эффективности удобрений,
по интенсивности использования энергии и окупаемости удобрений

11. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ УДОБРЕНИЙ В САДУ И СЕВООБОРОТЕ И СОСТАВЛЕНИЕ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНА ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Потребность в удобрениях определяется по таблице 33, а календарный план внесения и приобретения минеральных удобрений на всю площадь севооборота составляется, соблюдая примерные календарные сроки сельскохозяйственных работ (таблица 34).

Правильно составленный календарный план применения удобрений значительно повышает организационно-хозяйственную деятельность бригады, отделения и хозяйства в целом, является по существу рабочим планом бригадира и звеньевого по организации всех работ и одновременно позволяет главным специалистам контролировать правильность выполнения плановых заданий.

При таком научно обоснованном и последовательном подходе к разработке системы удобрения в севообороте при прочих удовлетворительных условиях, естественно гарантировано получение плановых урожаев в систематическое планомерное повышение плодородия почв.

Таблица 33

Потребность в удобрениях

№ № п/п	Культуры	Площадь, га	Органических удобрений		Минеральных удобрений								
					азотных			фосфорных			калийных		
			т/га	всего, т	кг/га д.в.	ц/га туков	всего ….., т	кг/га д.в.	ц/га туков	всего ….., т	кг/га д.в.	ц/га туков	всего ….., т
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
	Всего по севообороту												
Многолетники													
1	Плодоносящий сад												
2	Плодоносящий виноградник												
3	Луга и пастбища												

Таблица 34

Календарный план потребности в органических и минеральных удобрениях

№ № п/п	Сроки внесения		Номер поля	Площадь, га	Орган. удобр., т	Известь, т	Минеральные удобрения, т					
							аммиачная селитра	мочевина	суперфосфат	фосфоритная мука	хлористый калий	калийная соль
1	Под вспашку для озимых	июль-сентябрь										
2	Припосевное удобрение озимых	сентябрь-октябрь										
3	Под зяблевую вспашку	июль-ноябрь										
	- // -	- // -										
	- // -	- // -										
4	Подкормки озимых и рано весной трав	апель-май										
		- // -										
5	Под перепашку зяби или предпосевную культивацию	апрель-май										
		- // -										
6	Припосевное удобрение яровых культур	апрель-май										
		- // -										
		- // -										
7	Подкормка яровых культур	май-июль										
		- // -										
		- // -										
8	Подкормка многолетних трав и поздние подкормки озимых	май-сентябрь										
		- // -										
Многолетники												
1	Плодоносящий сад											
2	Плодоносящий виноградник											
3	Луга и пастбища											

Описание и обоснование сроков, способов внесения и форм применяемых удобрений под каждую культуру сада и севооборота
(с учетом почвенно-климатических условий и биологических особенностей культур севооборота и др.)

В обосновании к плану распределения удобрений в севообороте необходимо охарактеризовать биологические особенности возделываемых культур. При этом надо остановиться на таких моментах как:

1. Сорт выращиваемой культуры и его характеристика.
2. Отношение данной культуры к реакции среды и концентрации питательного раствора.
3. Вынос питательных веществ с урожаем и динамика их поглощения по фазам развития.
4. Желательные формы удобрений для данной культуры.

С учетом особенностей растений и почвенно-климатических условий на основании данных табл. 16 указать дозы удобрения при разных сроках внесения, глубину их заделки, машины, которые используются в хозяйстве для внесения удобрений.

12. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАДАННОГО УРОВНЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ

Исследованиями установлено, что систематическое применение оптимальных и повышенных норм органических и минеральных удобрений обеспечивает последовательное восполнение потенциального и эффективного плодородия почвы.

Балансовые расчеты могут использоваться для прогнозирования накопления питательных веществ и плодородия почвы. Такая работа проводится при составлении проектно-сметной документации на комплексное агрохимическое окультуривание полей (КАХОП).

Таблица 35

Рекомендуемое содержание фосфора и калия для основных севооборотов на различных почвах при агрохимическом окультуривании полей

Тип почвы (метод определения)	Вид севооборота	Содержание (мг на 1 кг почвы)	
		P_2O_5	K_2O
Дерново-подзолистые (по Кирсанову)	Зернотравяной	150	150
	Зернокартофельный	200	250
	Кормовой прифермский	200	250
	Овощной	150	300
	Сенокосно-пастбищный	250	150
Серые лесные (по Кирсанову)	Зернотравяной	150	150
	Зернокартофельный	200	250
	Зерносвекловичный	250	250
	Сидеральный	150	120
	Кормовой прифермский	250	250
	Овощной	200	300
Черноземы обыкновенные, оподзоленные, типичные (по Чирикову)	Зернопаровой	150	
	Зернопаропропашной	200	
	Кормовой	200	
	Овощной	300	
Черноземы обыкновенные (по Мачигину)	Зернопаровой	30	
	Зернопаропропашной	35	
	Зерносвекловичный	30	
Каштановые (по Мачигину)	Зернопропашной	25	

Для этих целей научно-исследовательскими учреждениями разрабатываются соответствующие нормативы уровня содержания P_2O_5 и K_2O, обеспечивающего получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур, а также необходимые затраты удобрений для достижения заданной обеспеченности почвы питательными веществами (табл. 35 и 36).

Минеральные (фосфорные и калийные) удобрения можно вносить в запас. На дерново-подзолистых и серых лесных почвах, легких по механическому составу, калийные минеральные удобрения в запас вносить не рекомендуется. В данном случае оптимальное содержание калия должно обеспечиваться запасным внесением органических удобрений и систематическим применением калийных.

Доза питательного вещества рассчитывается с учетом его суммарного поступления с органическими и минеральными удобрениями (сверх выноса). Она зависит от фактического и заданного содержания фосфора и калия в почве, затрат питательных веществ на увеличение содержания этих элементов на 10 мг на 1 кг почвы.

Содержание азота регулируется балансом гумуса и ежегодным внесением азотных удобрений.

Таблица 36

Нормы затрат питательных веществ на увеличение содержания фосфора и калия на 10 мг/кг почвы (слой 0-20 см) при единовременном внесений удобрений, кг на 1 га сверх выноса

Тип почвы	Механический состав	Нормы		Метод определения
		P_2O_5	K_2O	
Дерново-подзолистые	1	50-60	40-60	По Кирсанову
	2	70-90	60-80	»
	3	100-120	80-100	»
Глеевые	в среднем	150-160	-	»
Серые лесные	1	70-80	60-70	»
	2	90-110	70-80	»
	3	120-140	80-90	»
Черноземы оподзоленные	1	80-90	80-90	По Чирикову
Черноземы выщелоченные	2	90-100	80-90	»
	3	100-120	-	»
Черноземы мощные, обыкновенные	1	90-100	-	»
	2	100-110	-	»
	3	120-130	-	»
Черноземы приазовские и предкавказские	в среднем	110-130		По Мачигину
Каштановые	»	90-110	-	»

Примечания: 1 - песчанные и супесчанные, 2 - суглинистые, 3 - глинистые и тяжелосуглинистые почвы.

Пример расчета по фосфору для суглинистой дерново-подзолистой почвы III класса обеспеченности подвижными формами питательных веществ (зернотравяной севооборот).

а) Поле № ……..

б) Заданное содержание P_2O_5 в почве, мг на 1 кг почвы - 150

в) Фактическое содержание P_2O_5 в почве, мг на 1 кг почвы - 80.

г) Вносится P_2O_5 сверх выноса при положительном балансе в составе удобрений за ротацию севооборота (или звена), мг на 1 кг почвы – 30.

д) Недостает для создания заданного уровня P_2O_5, мг на 1 кг почвы: 150-(80+30)=40.

е) норма затрат питательных веществ на увеличение содержания P_2O_5 на 10 мг на 1 кг почвы, кг на 1 га – 80.

ж) требуется внести питательных веществ для достижения заданного содержания P_2O_5, кг на 1 га: 40х80:10=320

Такой расчет студент должен сделать для одного поля севооборота с невысоким содержанием подвижного фосфора или обменного калия в почве, на котором надо создать необходимый уровень эффективного плодородия для получения высоких урожаев. .

При этом следует установить форму используемого удобрения, способы и сроки внесения. В случае, если за счет положительного баланса создаются условия для получения заданного содержания вещества без дополнительного внесения удобрений,

необходимо определить срок, в течение которого будет достигнут запланированный уровень.

13. ЗАГОТОВКА И ХРАНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ

Для наиболее эффективного, научно обоснованного применения удобрений очень важное значение имеет организация накопления и правильного хранения как органических, так и минеральных удобрений. Наиболее распространенным органическим удобрением является навоз. Если его в хозяйстве накапливается недостаточно, то необходимо готовить компосты или приобрести недостающее количество. Очень эффективно применение зеленых удобрений: запашка урожая зеленой массы донника, люпина и др. культур по азоту равноценно внесению 30-40 т/га навоза.

Накапливающийся в хозяйстве навоз лучше хранить в навозохранилищах и в штабелях плотным способом, при котором потери питательных элементов (N) минимальны (N - до 12% за 3-4 месяца, табл. 37 и 38).

Минеральные удобрения необходимо хранить в специально построенных хранилищах, куда нет доступа атмосферным осадкам, талым и грунтовым водам. Важнейшую роль при хранении минеральных удобрений имеет сохранение их физико-химических и механических свойств: гигроскопичность, слеживаемость, гранулометрический состав, сыпучесть, плотность, прочностные свойства гранул и др., требования к которым регламентируются соответствующими ГОСТами.

Таблица 37

Определение площади навозохранилища и складов для необходимого количества минеральных удобрений

Наименование удобрений	Потребность, ц	Масса 1 $м^3$, т	Объем всего количества туков, $м^3$	Допускаемая высота укладки, м	Площадь пола, $м^2$
Навоз					
Итого:					
Минеральные удобрения					
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
Итого					

Таблица 38

Организация работ по внесению удобрений

Наименование работ	Ед. измер.	Объем	Машины по внесению	Норма выработки	Период работ			Ежедневно требуется		
					начало	конец	дней		с.-х. машин	автомоб
Вывозка навоза: а) под забь	т									
б) зимой	т									
Перевозка минеральных удобрений	т/км									
Внесение навоза (по культурам)	га									
Основное внесение по культурам	га									
Предпосевное по культурам	га									
Внесение в рядки	га									
Бактеризация	т									
Обработка семян микроэлементами	т									
Подкормки по культурам	га									

Заключение

Заключение руководителя

Приложение 1

О БОБОВЫХ КУЛЬТУРАХ

При вычислении количества азота, фиксируемого бобовыми культурами, можно исходить из того, что люцерна и клевер фиксируют из воздуха 75-80% от всего азота в биомассе (в урожае, корневых и пожнивных остатках), люпин - 65, горох - 40%.

При вычислении всего азота в биомассе можно ориентировочно считать, что отношение содержания азота в урожае к содержанию азота в корневых остатках для люцерны составляет 1:1,3, для клевера-1:1,2 люпина-1:0,6, гороха 1:0,3.

Приложение 2

ПОСТУПЛЕНИЕ АЗОТА В ПОЧВЫ (СТАТЬИ ПРИХОДА)

1. Азот органических удобрений,
2. Азот минеральных удобрений,
3. Фиксация атмосферного азота клубеньковыми бактериями (10 кг N на 1 т сена бобовых культур),
4. Фиксация атмосферного азота свободноживущими азотфиксаторами (около 15 кг/га),
5. Поступление азота с атмосферными осадками (около 5 кг/га),
6. Поступление азота с семенами (около 6 кг/га).

РАСХОД АЗОТА ИЗ ПОЧВЫ (СТАТЬИ РАСХОДА)

1. Вынос с урожаем культур.
2. Газообразные потери, необменное поглощение аммония, вымывание (всего около 50% азота, вносимого с минеральными удобрениями).
3. Переход азота органических удобрений в состав гумуса почвы, вымывание и газообразные потери минеральных форм азота из органических удобрений (всего около 65% азота органических удобрений).
4. Потери азота в результате плоскостной эрозии (в среднем 15-20 кг/га) пашни на почвах с расчленными формами рельефа.

Приложение 3

НАКОПЛЕНИЕ И ХРАНЕНИЕ НАВОЗА

Для хранения навоза строятся специальные навозохранилища открытого или закрытого типа. Их размещают на незатопляемых дождевыми водами высоких сухих местах, вдали от рек, озер, прудов и колодцев, и на расстоянии не менее 200 м от жилых домов. Размеры навозохранилища зависят от поголовья скота, высоты укладки навоза, способов хранения и др.

Навоз в навозохранилище укладывают по всей длине штабелями, которые покрывают торфом или резанной соломой слоем 15-20 см.

Емкость прифермерских хранилищ составляет 25-40%, а полевых 60-75% от объема навоза, накапливаемого зимой.

Укладка навоза в штабели

1. Ширина штабеля - 3 м
2. Высота штабеля - 2 м
3. Длина штабеля - 100 м
4. Расстояние между штабелями - 6-8 м.

Объемная масса навоза (в т на 1 $м^3$)

1. Свежего навоза без уплотнения - 0,45
2. Свежего навоза уплотненного - 0,55
3. Полуперепревшего навоза - 0,75
4. Перепревшего навоза (перегноя) - 0,90
5. Жидкого навоза - 1,00

Таблица 1

Рассада и удобрения в парниковом хозяйстве

Культура	Количество рассады			К-во удобрений на 1 парник, раму			
	на 1 га, тыс.	с 1 м2 теплицы, шт.	с 1 парни-ковой	навоза, т	мин. удобрений, кг д. в.		
					N	P_2O_5	K_2O
Капуста	38	360	480	0,65	0,06	0,13	0,12
Томат	60	250	330	0,65	0,06	0,13	0,12
Перец	60	360	480	0,65	'0,04	0,10	0,13

Таблица 2

Выход навоза от различных животных в год

Вид животных	Норма подстил. на 1 голову в сутки, кг			Кол-во выделений от 1 гол. в сутки		Продолж ит. стойлов. периода, суток	Выход в год от 1 головы, т	
	солома	торф	опилки, стружки	тверд., кг	жидк., л		полуперепревшего навоза	навозн. жижи
Крупный рогатый скот	3-6	5-6	3-6	20-30	10-15	220-240 200-220 180-200 180	8-9 7-8 6-7 4-5	2,2-3,6 2,0-3,3 1,8-3,0 1,5
Лошади	3-5	3-4	2-4	15-20	4-6	220-240 200-220 180-200 180	6-7 5-6 4-5 3-4	0,9-1,4 0,8-1,3 0,7-1,2 0,6
Свиньи	2-5	2	2-3	1,2-3,0	2,5-4,5	220-240 200-220 180-200 180	1,5-2,0 1,2-1,5 1-1,2 0,8-1,0	0,5-0,9 0,4-0,8 0,3-0,7 0,6
Овцы	1	-	-	1,5-2,5	0,6-1,0	220-240 200-220 180-200 180	0,8-0,9 0,7-0,8 0,6-0,7 0,4-0,5	0,11-0,23 0,1-0,2 0,99-0,18 0,13
От 1000 гол.: кур уток гусей							 6 8 11	

Приложение 4

Примерные коэффициенты использования растениями питательных веществ

Показатели	Условия	N	P_2O_5	K_2O
Навоз и компосты				
Питательные вещества используются в первый год, %	при орошении	30	40	75
	без орошения	25	30	60
Питательные вещества используются во второй год, %	при орошении	15	20	10
	без орошения	25	30	25
Навозная жижа				
Питательные вещества используются в первый год, %		50	-	80
Птичий помет				
Питательные вещества используются в первый год, %		30	40	90
Минеральные удобрения				
Питательные вещества используются в первый год, %		60	20	70
Питательные вещества используются во 2-й год, %		10	15	10
Почва				
Подвижные формы питательных веществ используются растениями, %		20	10	20

Приложение 5

Вынос питательных элементов основными с.-х. культурами

№№ п/п	Культура	Вынос с 1 ц основн. продукции, кг		
		N	P_2O_5	K_2O
1	Озимая пшеница	3,0	1,3	2,5
2	Озимая рожь	2,4	1,2	2,6
3	Озимый ячмень	2,3	1,1	2,2
4	Кукуруза на зерно	2,6	1,0	3,0
5	Кукуруза на силос	0,5	0,2	0,4
6	Кукуруза на зеленый корм	0,3	0,1	0,3
7	Подсолнечник на семена	4,6	2,6	8,6
8	Подсолнечник на силос	0,3	0,2	0,6
9	Конопля на семена	3,5	1,7	2,9
10	Конопля на зеленец	1,9	0,4	1,6
11	Рис	2,1	0,8	2,6
12	Просо	2,2	1,0	3,4
13	Гречиха	2,2	1,5	4,0
14	Овес	2,5	1,4	2,9
15	Горох	4,5	1,6	2,2
16	Картофель	0,62	0,24	0,95
17	Табак и махорка	2,4	1,1	4,4
18	Фасоль	3,7	1,7	1,4
19	Лен-долгунец на волокно	7,6	3,3	6,4
20	Сорго на зерно	2,0	0,7	0,9
21	Однолетние травы на сено	1,4	0,6	2,0
22	Однолетние травы на зелен. корм	0,3	0,13	0,45
23	Многолетние травы на сено	2,0	0,6	1,5
24	Многолетние травы на зелен. корм	1,6	0,43	0,9
25	Рапс озимый на семена	4,9	2,3	3,0
26	Вика	5,5	1,4	1,6
27	Люпин на зеленое удобрение	5,8	1,9	4,7
28	Соя	6,3	1,6	1,8
29	Естественные сенокосы	1,7	0,7	1,8
30	Свекла кормовая	0,5	0,2	0,7
31	Свекла сахарная	0,6	0,2	0,6
32	Свекла столовая	0,4	0,2	0,5
33	Капуста белокочанная	0,4	0,2	0,5
34	Капуста цветная	1,2	0,3	1,1
35	Морковь	0,32	0,15	0,5
36	Огурец	0,26	0,22	0,36
37	Томаты	0,37	0,12	0,34
38	Лук	0,30	0,25	0,45
39	Тыква столовая	0,22	0,13	0,24
40	Баклажаны	0,7	0,20	0,27
41	Арбуз	0,12	0,03	0,17
42	Дыня	0,5	0,3	0,6
43	Виноград	0,20	0,14	0,5
44	Яблоня	0,14	0,10	0,12
45	Груша	0,15	0,10	0,18
46	Слива	0,34	0,10	0,43
47	Персик	0,36	0,10	0,36
№№	Культура	Вынос с 1 ц основн. продукции, кг		

п/п		N	P_2O_5	K_2O
48	Айва	0,26	0,10	0,33
49	Земляника	1,42	0,31	1,70
50	Смородина черная	0,9	0,34	0,46
51	Смородина красная	0,7	0,26	0,41
52	Крыжовник	0,44	0,22	0,70
53	Редис	0,50	0,16	0,50
54	Салат качанный	0,26	0,10	0,47
55	Спаржа (7-10 лет)	1,2	0,31	0,40
56	Шпинат	0,43	0,18	1,50
57	Редька	0,60	0,31	0,50
58	Перец сладкий	0,34	0,13	0,37
59	Петрушка	0,56	0,10	0,47
60	Укроп	0,56	0,10	0,45
61	Чеснок	1,14	0,20	0,35

Приложение 6

Таблица 1

Обеспеченность почв элементами питания (мг/100 г почвы)

Обеспеченность	Класс почвы	P_2O_5				K_2O				N				pH
		по Кирсанову	по Чирикову	по Мачигину	по Труогу	по Масловой	по Кирсанову	по Чирикову	по Бровкиной	по Тюрину и Кононовой			нитриф. способность	
										pH 5,0	pH 5-6	pH 6,0		
Очень низкая	I	2,5	2	1	<2,5	5	4	2	<14	4	3	3	0,5	<4,5
Низкая	II	2,5-5	2-5	1-1,5	2,5	5-10	4-8	2-4	14	5	4	4	0,8	4,5
Средняя	III	5-10	5-10	1,5-3	2,5-10	10-15	8-12	4-8	14-20	5-7	4-6	4-5	0,8-1,5	4,6-5
Повышенная	IV	10-15	10-15	3-А5	10-15	15-20	12-17	8-12	20	7-10	6-8	5-7	1,5-3	5,1-5,5
Высокая	V	15-25	15-20	4,5-6	15-20	20-30	17-25	12-18	-	10-14	8-12	7-10	3-6	5,6-6,0
Очень высокая	VI	>25	>20	>6	-	>30	>25	>19	-	>14	>12	>10	>6	>6,0

Таблица 2

Примерные дозы внесения удобрений под главнейшие культуры в районах нечерноземной зоны РФ (кг/га, рекомендации ВИУА)

Культура	Дерново-подзолистые				Дерново-подзолистые				Серые лесные и оподзоленные			
	навоз, т/га	N	P_2O_5	K_2O	навоз, т/га	N	P_2O_5	K_2O	навоз, т/га	N	P_2O_5	K_2O
Зерновые озимые по зан. парам												
без органических удобрений	-	40	60	40	-	60	60	60	-	30	40	40
с органическими удобрен.	20	20	40	20	20	40	40	40	20	20	30	30
по пласту мн. трав	-	20	60	40	-	30	50	60	-	20	40	40
Яровые зерновые:	-	30	30	20	-	60	40	40	-	30	30	30
Горох на зерно	-	15	60	40	-	20	40	40	-	-	40	40
Гречиха	-	30	60	40	-	40	40	40	-	20	40	40
Просо	-	30	40 .	40	-	40	40	40	-	20	40	40
Лен-долгунец	-	30	60	70	-		60	80	-	20	60	70
Картофель по навозу	20	40	40	40	30	60	40	40	20		40	40
Картофель без навоза		60	60	60	-	60	60	90	-	64	60	40

Приложение 7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЗ УДОБРЕНИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПОЛЕВЫХ ОПЫТОВ

Полученные Географической сети опытов результаты обобщаются научно-исследовательскими учреждениями (ВНИИА и др.), которые разрабатывают примерные средние дозы удобрений под сельскохозяйственные культуры по все зонам, республикам и областям РФ. В качестве примера приведем рекомендации ВНИИА для района нечерноземной зоны РФ.

Агрохимические анализы почв позволили уточнить почвенные запасы подвижных форм отдельных элементов питания и потенциальной кислотности в пределах одного типа, подтипа и даже почвенной разности. В результате анализа данных агрохимических обследований почв и полевых опытов была создана и утверждена «Всероссийская интерзональная классификация почв по агрохимическим показателям».

Все культуры по агрохимическим показателям разделены на 6 классов. Эта классификация отражает существующие у растений различия в требовательности к кислотности почв и обеспеченности подвижными формами питательных элементов.

Принято считать, что классом средней обеспеченности подвижными формами питательных элементов для зерновых и зернобобовых культур, а также для однолетних и многолетних трав является III класс; для пропашных культур - IV класс, а для овощных и технических (только по фосфору) культур - V класс.

Агрохимические картограммы обеспеченности почв подвижными элементами питания позволили обнаружить существующие различия в актуальном плодородии почв в пределах типа, подтипа и разности, а иногда и в пределах одного поля. Это вызвало необходимость введения поправок к рекомендуемым дозам удобрений в зависимости от плодородия почвы. Принципиально эти поправочные коэффициенты должны быть такими, чтобы на бедных почвах при применении удобрений не только гарантировать получение желаемых урожаев, но и повышать плодородие почвы, а на односторонне богатых и очень плодородных почвах - разумно использовать для создания урожая и почвенных запасов подвижных форм питательных элементов. Поэтому рекомендуемая доза удобрения при средней обеспеченности ими почвы (для зерновых, зернобобовых и трав - III класс, для пропашных - IV и для овощных-V класс) остается без изменения, т. е. поправочный коэффициент к дозе в этом случае равен 1,0. Если почва беднее, то он будет больше единицы, а на более плодородной - соответственно меньше единицы.

Так как средние дозы внесения удобрений разрабатывают ведущие научно-исследовательские зональные учреждения, то они же в основном разрабатывают и поправочные коэффициенты к ним. В качестве примера приведем некоторые из них.

С целью совершенствования методов определения доз удобрений в различных зонах РФ проводили полевые опыты по идентичным схемам с учетом обеспеченности конкретной почвы подвижными элементами питания. Обобщение результатов этих опытов позволило рекомендовать дозы удобрений под сельскохозяйственные культуры дифференцировано в зависимости от предполагаемого урожая и обеспеченности почвы питательными веществами.

Таблица 1

Примерные поправочные коэффициенты к средним дозам удобрений под различные культуры в зависимости от содержания подвижного фосфора и калия на дерново-подзолистых и серых лесных почвах

Содержание в почве	Зерновые	Зерно-бобовые и травы	Лен	Пропашные	Овощные
Фосфорные удобрения					
Очень низкое	1,3-1,5	1,5-2,0	1,3-1,5	Без предварительного окультуривания урожаи не обеспечены	
Низкое	1,0	1,0	1,0	1,3-1,5	»
Среднее	0,6-0,7	0,7-0,9	0,6-0,7	1,0	1,2-1,5
Повышенное	Рядковое	0,6-0,5	0,5	0,5-0,7	1,0
Высокое	Не вносят	Не вносят	0,2-0,3	Рядковое	0,6-0,8
Очень высокое	Не вносят	Не вносят	Рядковое	Не вносят	Рядковое
Калийные удобрения					
Низкое	Низкое	1,0	1,5	1,0-1,5	1,3-1,5
Среднее	Среднее	0,6-0,7	1,0	0,8-1,2	1,0
Повышенное	Повышенное	Не вносят	0,7-0,8	0,7-1,0	0,6-0,8
Высокое	Высокое	Не вносят	0,5-0,6	0,6-0,8	0,5

Таблица 2

Примерные поправочные коэффициенты к дозам удобрений на обыкновенных черноземах

Содержание в почве подвижных соединении	Яровые, колосовые, кукуруза, подсолнечник	Озимая пшеница, сахарная свекла, табак	Овощные, плодовые, виноград
Очень низкое	1	1,3-1,5	1,3-1,7
Низкое	1	1,0-1,2	1,0-1,3
Среднее	1	1	1
Повышенное	0,3-0,7	0,5-0,7	0,7-1,0
Высокое	0,0-0,3	0,2-0,3	0,3-0,5
Очень высокое	Не вносят	0,0-0,02	0,2-0,3

Таблица 3

Примерные поправочные коэффициенты на оподзоленных и выщелоченных черноземах лесостепной зоны европейской части РФ при разном содержании подвижной P_2O_5

Содержание подв. P_2O_5 при среднем содержании K_2O	Озимая пшеница				Кукуруза			Сахарная свекла					
	по чистому пару		по занятому пару		фосфор	азот	калий	по озимой пшенице			по обороту пласта трав		
	фосфор	калий	фосфор	калий				фосфор	азот	калий	фосфор	азот	калий
Очень низкое	1,5	0,7	1,2	1,0	1,5	1,5	0,7	1,5	1,0	0,7	2,0	1,0	1,0
Низкое	1,0	0,7	1,0	1,0	1,2	1,3	0,7	1,2	1,0	0,7	1,5	0,7	1,0
Среднее	0,7	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0
Повышенное	рядковое	1,0	рядковое	1,0	0,5	1,0	1,2	0,8	0,8	1,0	0,5	0,5	1,2
Высокое	рядковое	1,0	рядковое	1,5	рядковое	1,0	1,5	0,5	0,5	1,2	рядковое	рядковое	1,5
Очень высокое	не вносят	1,5	не вносят	1,5	рядковое	0,8	1,5	рядков.	рядков.	1,5	не вносят	не вносят	1,5

Таблица 4

Средние дозы удобрений под отдельные культуры на дерново-подзолистых суглинистых почвах в зависимости от урожайности и агрохимических показателей почвы

(Михайлов, Книпер, 1971)

Планируемый урожай основной продукции, ц/га	Дозы P_2O_5 при содержании подвижного фосфора					Дозы N при содержании подвижного фосфора					Дозы K_2O при содержании подвижного фосфора				Дозы навоза или компоста при содержании подвижн. фосфора				
	до 2,5	2,5-5	5-10	10-15	15	до 2,5	2,5-5	5-10	10-15	15	5	5-10	10-15	15	2,5	2,5-5	5-10	10-15	15
Озимая пшеница																			
12-15	80	60	40	40	10	40	40	40	40	40	40	40	40	30	20	20	20	15-20	-
16-20	x	80	60	40	10	x	60	60	60	40	60	60	40	40	x	20	20	20	20
21-25	x	x	80	60	40	x	x	80	80	60	80	60	60	40	x	x	20	20	20
26-30	x	x	x	80	60	x	x	x	80	80	100	80	60	40	x	x	x	25-30	20-25
30	x	x	x	x	60	x	x	x	100	100	x	100	80	60	x	x	x	x	25-30
Ячмень																			
10-15	x	80	60	40	10	x	40	40	40	40	40	40	30	-	Органические удобрения вносят под предшественники. Урожай свыше 20 ц/га возможен только на слабокислых известкованных почвах.				
16-20	x	x	60	60	40	x	x	60	60	60	60	40	30	30					
21-25	x	x	80	60	40	x	x	80	80	80	60	60	40	40					
26-30	x	x	x	80	40	x	x	x	90	90	x	80	60	60					
		x	x	x	60	x	x	x	x	100	x	100	80	60					
Картофель (средне- и позднеспелые сорта)																			
100-130	80	60	40	20	20	60	60	60	60	40	60	60	40	40	30	30	30	20	20
140-160	x	80	60	40	20	x	80	80	80	60	80	80	60	60	x	30	30	30	20
170-200	x	x	80	60	40	x	x	100	100	80	x	100	80	80	x	x	30	30	20
210-250	x	x	80	80	60	x	x	120	120	100	x	120	100	100	x	x	40	40	30

Таблица 5

Допустимость смешивания удобрений

Удобрения	Аммиачная селитра	Сульфат аммония	Мочевина	Суперфосфат простой	Суперфосфат нейтрализован.	Суперфосфат гранулирован.	Суперфосфат	Преципитат
Аммиачная селитра	М		Н	Н	У			
Сульфат аммония	У		У	М	М			
Мочевина	Н		М	Н	У			
Суперфосфат простой			Н	М	М			
Суперфосфат нейтрализован.				М	М			
Суперфосфат гранулированный	У		У	М	М			
Суперфосфат двойной	У		У	М	М			
Преципитат	У		У	М	М			
Фосфорная мука	У		У	М	М			
Фосфатшлаки, томасшлаки	Н		У	Н	Н			
Аммофос, диаммонийфосфат	У		У	М	М			
Хлористый калий электролит	У		У	У	У			
40%-ная калийная соль	У		У	У	У			
Сернокислый калий, шенит	У		У	М	М			
Поташ, карбонаты, цемент. пыль	Н		Н	Н	Н			
Сильвинит	У		У	У	У			
Каинит	У		У	У	У			

Примечание. Буквы обозначают: М – смешивать можно; У – смешивать можно непосредственно перед внесением, Н – смешивать нельзя.

Таблица 6

Масса 1 м^3 и объем 1 т различных минеральных удобрений

Удобрение	Масса 1 м^3 (в т)	Объем 1 т (в м^3)
Суперфосфат простой	1,1	0,9
Суперфосфат двойной	1,0	1,0
Фосфоритная мука	1,7	0,6
Преципитат	0,8	1,2
Томасшлак	2,0	0,5
Термофосфат	1,7	0,6
Сульфат аммония	0,8	1.2
Аммиачная селитра	0,8	1,2
Натриевая селитра	1,2	0,8
Хлористый калий	1,3	0,8
Сернокислый калий	0,95	1,1
40%-ная калийная соль	0,95	1.1
Каинит	1.4	0,8
Сильвинит	1,1	0,9
Известь молотая	1,7	0,6
Известняк твердый	2,0	0,6
Известковый туф	0,8	1,2
Известь жженная (комовая)	1,0	1,1
Доломитовая мука	1,5	0,7
Гипс	0,75	1,3

Приложение 8

Коэффициенты пересчетов

Коэффициенты пересчета из окислов в элементы питательных веществ

1 P_2O_5=0,4364 P

1 K_2O=0,8301 K

1 CaO=0,7147 Ca

1 Mg=0,6031 MgO

Коэффициенты пересчета из элементов в окислы питательных веществ

1 P=2,2911 P_2O_5

1 K=1,2046 K_2O

1 Ca=1,3992 CaO

1 Ca=2,4972 $CaCo_3$

1 Mg=1,6579 MgO

Приложение 9

Таблица 1

Содержание действующего вещества в минеральных удобрениях

Удобрения	Содержание действующего вещества, %
Аммиачная селитра	34,8
Карбамид для сельского хозяйства	46,0
Сульфат аммония сорт I, II	20,5
Аммиак водный, технический	20,5
Аммиак жидкий синтетический (в пересчете на аммиак)	99,6
Селитра натриевая	16,1
Сульфат аммония	17,0
Селитра кальциевая техническая	15,5
Удобрения аммонийные жидкие	20,5
Жидкие углеаммиаки	29,0
Удобрения жидкие (плав)	30,0
Фосфорные удобрения (в пересчете на P_2O_5)	
Суперфосфат двойной	42-47
Суперфосфат из апатитового концентрата (порошок)	20
Суперфосфат гранулированный из апатитового концентрата	20±1
Мука фосфоритная	20-30
Преципитат удобрительный из отходов желатинового пр-ва:	
сорт I	37,5
сорт II	35,0
Калийные удобрения (в пересчете на K_2O)	
Хлористый калий:	58-62
Калийная соль смешанная	40,0
Сульфат калия технический:	
сорт I	48,0
сорт II	45,0
Калимагнезия	29,0+1,0

Таблица 2

Комплексные удобрения

Удобрения	Содержание, %		
	N	P_2O_5	K_2O
Сложные удобрения			
Аммофос из апатитового концентрата	11,5	49,0	-
Аммофос удобрительный	11,7	35,5	-
Нитрофос:			
марка А	23,5	17,0	-
марка Б	24,0	14,0	-
Нитрофоска:			
марка А	16-17	16-17	16-17
марка Б	12,5-13,5	8,5-9,5	12,5-13,5
марка В	11,0-12,0	10-11	10-11
Нитроаммофос:			
марка А (1:1)	23	23	-
марка Б (1:1,5)	16	24	-
маркаВ (1:0,8)	25	20	-
Нитроаммофос:			
сорт 1 (сумма питательных веществ 50)	16	16	остальное
сорт II (сумма питательных веществ 44)	14	14	остальное
Диаммонийфосфат гранулированный	19	48	-
Фосфорно-калийные прессованные:			
марка 1:1	-	14	14
марка 1:1,5	-	13	19
Сложно-смешанные гранулированные:			
марка 1:1:1	10-11	10-11	10-11
марка 0:1:1	-	13-14	11
марка 1:1:1,5	9-10	9-10	14-15
марка 0:1:1,5	-	12-13	18-19
Суспензионные комплексные:			
марка 7:20:0	6,7-7,5	19-21	-
марка 9:9:9	8,5-9,5	8,5-9,5	8,5-9,5

Таблица 3

Коэффициенты пересчета минеральных удобрений в условные (стандартные) туки

Удобрения	Среднее содержание действующего вещества, %	Коэффициент пересчета
Азотные удобрения (в пересчете на 20,5%-ное содержание N)		
Сульфат аммония	20,5	1,0
Аммиачная селитра	34,5	1,70
Натриевая селитра	16	0,8
Кальциевая селитра	16,6	0,81
Мочевина (карбамид)	46	2,24
Хлористый аммоний	25	1,23
Сульфат аммония-натрия	18	0,88
Аммиачная вода	20,5	1,00
Аммиак жидкий	82,5	4,00
Углеаммиакаты	29	1,40
Фосфорные удобрения (в пересчете на 18,7%-ное содержание P_2O_5)		
Суперфосфат простой порошковидный	18,7	1,00
Суперфосфат простой гранулированный	19,5	1,04
Суперфосфат двойной:		
на экстрационной кислоте	44	2,35
на термической кислоте	48	2,57
Фосфатшлаки	10	0,53
Фосфоритная мука (в пересчете на 19%-ное содержание P_2O_5)	19	1,00
Калийные удобрения (в пересчете на 41,6%-ное содержание K_2O)		
Хлористый калий	60	1,44
Калийная соль	40	0,96
Хлоркалий-электролит	45	1,08
Сульфат калия	48	1,15
Каинит	10	0,24
Калимагнезия	30	0,72
Концентрат калийно-магниевый	19	0,46

Таблица 4

Содержание и пересчет сложных удобрений

Удобрения	Содержание, %			Коэффициент пересчета в условные единицы		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
Аммофос из апатита	11,5:49:0			0,56	2,62	-
Аммофос из фосфоритов	11,0:46:0			0,54	2,46	-
Аммофос удобрительный	11,7:35,5:0			0,57	1,90	-
Нитрофоска	11:11:11			0,54	0,59	0,26
Нитрофос	24:14:0			1,17	0,75	-
Нитрофос	23,5:17:0			1,15	0,91	-
Нитроаммофоска	16:16:16			0,78	0,86	0,38
Нитроаммофоска	14:14:14			0,68	0,75	0,34
Нитроаммофос	23:23:0			1,12	1,23	-
Нитроаммофос	16:24:0			0,78	1,28	-
Нитроаммофос	25:20:0			1,22	1,07	-
Диаммонийфосфат удобрительный	19:49:0			0,93	2,62	-

Таблица 5

Коэффициенты перевода продукции растениеводства в зерновые единицы

Продукция	Коэффициент
1. Пшеница, рожь, ячмень	1,0
2. Овес	0,8
3. Лен-долгунец:	
волокно	3,85
семена	1,65
солома	0,41
4. Конопля среднерусская:	
волокно	3,85
семена	1,63
солома	0,40
5. Подсолнечник	1,47
6. Лен-кудряш (семена)	1,65
7. Горчица	1,56
8. Табак	1,65
9. Махорка	1,47
10. Кунжут	1,75
11. Мак	1,14
12. Рыжик	1,44
13. Сахарная свекла	0,26
14. Хлопок-сырец	1,50
15. Картофель (клубни)	0,25
16. Овощи	0,16
17. Кормовые корнеплоды	0,20
18. Сено однолетних трав	0,40
19. Сено многолетних трав	0,50
20. Солома озимых культур	0,20

Таблица 6

Грузоподъемность автомобилей и тракторных прицепов

Марка	Мощность двигателя, л.с.	Грузоподъемность, кг
Автомобили-самосвалы		
САЗ-3502	11	3200
ГАЗ-53Б	115	3500
ЗИЛ-ММЗ-554Б	150	400
ЗИЛ-ММЗ-555	150	4500
Бортовые автомобили		
ГАЗ-51А	70	2500
ГАЗ-53А	115	4000
ЗИЛ-130	150	5500
ЗИЛ-130Г	150	5500
Тракторные прицепы		
1-ПТС-4	в агрегате с Т-40, МТЗ-50 и др.	4
1-ПТС-9	с К-700, Т-150	9
2-ПТС-6	Т-38, Т-74, МТЗ-50 ПП и др.	6
3-ПТС-12	с К-700 или Т150	12

Таблица 7

Производительность погрузчика

Марка погрузчика	Марка трактора	Производительность за 1 час, т	Затраты труда, чел./час на 1 т	Прямые издержки в руб. на 1 т
ПМГ-0,2	ДТ-20	20	0,05	0,06
ПШ-0,4	ДСШ-16	20	0,06	0,1
ПГ-0,5Д	МТЗ-5ЛС	34	0,1	0,1
ПУ-0,5	ДТ-24-33, МТЗ-5ЛС	4	0,75	0,3
Э-158	МТЗ-5ЛС, МТЗ-2	31	0,06	0,5
ПЭ-0,8	МТЗ-50, МТЗ-5ЛС	55	0,012	0,03
ПБ-35	ДТ-75	55	0,02	0,04
СПУ-4ОМ	ДТ-75	17	0,07	0,17

Таблица 8

Кратная техническая характеристика машин для внесения удобрений

Марка	Производительность за 1 час чистой работы, га	Агрегатируется с
Машины для разбросного внесения удобрений		
СНТ-2,8	2,4	ДТ-20, Т-28, «Беларусь»
РТТ-4,2	3,8	Т-74, ДТ-54А
РУМ-3	8,0	«Беларусь»
РУ-4	8,0	ДТ-20, Т-28, «Беларусь»
РКМ-500 М	5,4	«Беларусь»
Комбинированные сеялки		
СУК-24А	2,2	Т-38М, «Беларусь»
СНП-24	4,0	Тракторы класса 1,4т
СКНК-8	2,6	Т-38, Т-40, «Беларусь»
СКНК-6	3,5	Т-38, Т-40, «Беларусь»
СКПН-8	4,5	Т-38, Т-40, «Беларусь»
2СТСН-6А	3,8	Т-38, Т-40, «Беларусь»
СКМ-6	2,0	ДТ-54, Т-75
СКН-90	1,5	ДТ-54, Т-75
Культиваторы-растениепитатели		
КРН-5,6	4,2	МТЗ-50, МТЗ-52
КРН-2,8Б	2,8	ДТ-20, ДТ-24
КВП-6,3	6,3	«Беларусь»
КРСШ-2,8А	2,6	Т-28, «Беларусь»
КОН-2.8М	2,6	ДВСШ-16, Т-16

Таблица 9

Технологические схемы внесения удобрений

Расстояние от склада до поля, км	Погрузочное средство на складе	Средство транспортировки до поля	Машина для загрузки разбрасывателя	Марка разбрасывателя	Производительность	Прямые издержки в руб. на 1 т
до 2,5	ПМГ-0,2	РУМ-3	-	РУМ-3	6	1,5
от 2,5 до 5	ПМГ-0,2	САЗ-2500	САЗ-2500	-»-	8	1,6
от 5 до 10	ПМГ-0,2	2САЗ-2500	2САЗ-2500	-»-	8	2,6
до 5	-»-	2ПТС-4	вручную	РУ-4	7	3,2
от 5 до 10	-»-	ЗИЛ-555	ПЭ-0,8	ЗРУМ-3	7,2	1,8

Таблица 10

Условия проведения авиарассева удобрений

Показатель	Самолеты	Удобрения				
		гранулированные	аммиачная селитра	суперфосфат	хлор. калий и калийная соль	сульфат аммония
Макс. допустимая ширина рабочего захвата, м	АН-2	22	20	20	20	18
	ЯК-12	14	10	14	12	12
Макс. допустимая скорость ветра, м/сек	АН-2и ЯК-12	8	8	6	6	4
Высота полета:						
1) штиль, встречный и попутный ветер	АН-2 и ЯК-12	50	20-50	20	15	20
2) боковой ветер до 2 м/сек	-»-	50	20-30	15	15	15
3) боковой ветер до 4 м/сек	-»-	30	20	10	10	10
4) боковой ветер до 6 м/сек		20	15	10	10	10

Таблица 11

Наиболее распространенные минеральные удобрения для сельского хозяйства

Виды и формы удобрений	Основное вещество (химическое обозначение)	Среднее содержание основного вещества
Азотные		
Селитра аммиачная	N	34,5
Карбамид	N	46,0
Сульфат аммония	N	21,0
Аммиачная вода	N	20,5
Фосфорные		
Суперфосфат двойной	P_2O_5	45,0
Суперфосфат из апатитового концентрата, гранулирован.	P_2O_5	20,0
Суперфосфат из фосфоритов аммонизированный, сушеный	P_2O_5	15,0
Суперфосфат из фосфоритов аммонизированный, гранулирован.	P_2O_5	15,0
Суперфосфат из апатитового концентрата, порошковидный	P_2O_5	19,5
Калийные		
Калий хлористый, негранулированный	K_2O	60,0
Калий хлористый, крупнозернистый	K_2O	53,6
Калий хлористый, гранулированный	K_2O	56,9
Соль калийная смешанная	K_2O	40,0
Концентрат калийно-магниевый	K_2O	18,5
Каинит	K_2O	10,0
Сульфат калия	K_2O	50,0
Комплексные		
Аммофос из апатитового концентрата:	$N+P_2O_5$	11,5+49
гранулированный	$N+P_2O_5$	11,5+49
порошковидный	$N+P_2O_5$	23,5+49
Нитрофос	$N+P_2O_5$	24+14
марка А	$N+P_2O_5K_2O$	12+12+12
марка Б	$N+P_2O_5$	23+23
Нитрофоска, марка В	$N+P_2O_5+$	
Нитроаммофос, марка А	$N+P_2O_5+$	
Нитроаммофоска	$+K_2O$	16+16
сорт I	$N+P_2O_5K_2O$	
сорт II	Суммарно	16+16
Фосфоритная мука	$N+P_2O_5$	12,0
сорт I	$+K_2O$	
сорт II	Суммарно	25,0
	P_2O_5	22,0
	P_2O_5	

Приложение 10

Таблица 1

Содержание энергии (*l*) и коэффициент перевода продукции в сухое вещество, ед. (*Ri*)

№№ п/п	Культура	Коэффициент перевода продукции в сухое вещество (Ri), ед.	Содержание общей энергии в 1 кг сухого вещества (l), МДж
1	Пшеница озимая (зерно)	0,86	19,13
2	Пшеница яровая мягкая (зерно)	0,86	19,31
3	Пшеница яровая твердая (зерно)	0,86	19,49
4	Рожь (зерно)	0,86	19,49
5	Ячмень (зерно)	0,86	19,13
6	Овес (зерно)	0,86	18,80
7	Просо (зерно)	0,86	19,70
8	Гречиха (зерно)	0,86	19,38
9	Рис (зерно)	0,86	18,59
10	Фасоль (зерно)	0,86	20,68
11	Горох (зерно)	0,86	20,57
12	Кукуруза (зерно)	0,86	17,60
13	Кукуруза (зеленая масса)	0,25	19,39
14	Хлопчатник (волокно)	0,76	19,81
15	Лен-долгунец (волокно)	0,89	20,24
16	Сахарная свекла	0,14	18,26
17	Подсолнечник (семена)	0,92	19,38
18	Подсолнечник (зеленая масса)	0,25	1680
19	Соя (зерно)	0,88	20,57
20	Картофель	0,20	18,29
21	Бахчевые	0,11	14,90
22	Овощные	0,10	14,36
23	Кормовые корнеплоды	0,25	16,39
24	Многолетние травы (сено)	0,20	18,91
25	Однолетние травы (сено)	0,20	16,39
26	Лугопастбищные травы	0,20	16,19
27	Зернофуражные культуры	0,30	15,40
28	Табак (махорка)	0,45	20,20
29	Конопля (волокно)	0,90	19,60
30	Конопля (семена)	0,88	21,00

Таблица 2

Энергозатраты на производство промышленных минеральных и местных удобрений

Виды удобрений	Энергозатраты, МДж/кг д.в.
Промышленные минеральные удобрения	
Азотные	86,8
Фосфорные	12,6
Калийные	8,3
Комплексные	51,5
Местные удобрения	**МДж/т**
Известковые удобрения	3,80
Навоз (80% влажности)	0,42
Торфо-навозные компосты (60% влажности)	1,70
Местные минеральные удобрения	2,90

Таблица 3

Энергетический КПД (энергоотдача) применения удобрений и энергозатраты на 1 ц прибавки урожая основной продукции (по данным агрохимслужбы СССР за 1965-1981 гг.)

Культуры и дозы минеральных удобрений, кг/га д.в.	Энергетический КПД применения удобрений, ед.			Энергозатраты на 1 ц прибавки урожая основной продукции, МДж
	основной продукции	надземной массы	биологической массы	
Озимая пшеница, $N_{78}P_{72}K_{56}$	1,54	3,34	4,72	1063
Озимая рожь, $N_{85}P_{75}K_{67}$	1,49	4,47	5,12	1128
Яровая пшеница, $N_{60}P_{65}K_{38}$	1,29	2,97	3,44	1292
Яровой ячмень, $N_{78}P_{72}K_{61}$	1,76	3,70	4,31	939
Овес, $N_{81}P_{78}K_{63}$	1,62	3,80	4,38	1002
Кукуруза на зерно, $N_{81}P_{81}K_{56}$	1,87	4,49	5,06	805
Картофель, $N_{109}P_{98}K_{109}$	2,20	3,96	4,40	166
Сахарная свекла, $N_{110}P_{123}K_{119}$	1,95	2,46	2,74	131
Лен-долг. (волок.), $N_{45}P_{80}K_{86}$	1,27	1,53	2,09	2478
Хлопчатник, $N_{229}P_{15}7K_{79}$	0,86	3,71	4,08	1804
Подсолн. (семена), $N_{42}P_{58}K_{32}$	1,32	8,33	9,14	1318

Таблица 4

Энергетическая эффективность применения удобрений в Центральном Предкавказье (Шомахов Ю.А., 1998)

Показатели	Природные зоны	
	степная	лесная
Продуктивность севооборота без удобрений, ц/га з.е. в год	42,0	44,1
Прибавка урожая от удобрений, ц/га з.е. в год	23,3	20,8
Внесено на 1 га с удобрениями: азота	90,0	90,0
фосфора	90,0	90,0
калия	40,0	40,0
Энергия, накопленная в прибавке урожая от удобрений, МДж	37170	31664
Всего затрат на удобрения, МДж	12426	12426
Коэффициент энергетической эффективности	2,98	2,55

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимия /под ред. акад. Ягодина Б. А./ М.: Мир, 2003.
2. Агрохимическая характеристика почв СССР. Районы Северного Кавказа. Изд. АН СССР. М., 1964.
3. Артюшин А. М., Державин Л. М. Краткий справочник по удобрениям. М.: Колос, 1984. А.
4. Борисов В. А. Удобрение овощных культур. М.: Колос, 1978.
5. Ващенко С. Ф. и др. Овощеводство защищенного грунта. М.: Колос, 1974.
6. Газданов А.В., Газданов А.У. Агрохимия в вопросах и ответах. Владикавказ, 2001.
7. Джанаев Г. Г. Удобрения в автономных республиках Северного Кавказа. Орджоникидзе, 1985.
8. Дзанагов С. Х. Плодородие почв и удобрения. Орджоникидзе, 1987.
9. Дзанагов С.Х., Хадикова Т.Б. Ингибиторы нитрификации, удобрения и урожай. Владикавказ: Горский агроуниверситет, 1999.
10. Дзанагов С.Х., Газданов А.В., Газданов А.У. и др.Тесты по курсу «Агрохимия» (учебное пособие). Владикавказ: Горский агроуниверситет, 1999.
11. Дерюгин И.П., Кулюкин А.Н. Агрохимические основы системы удобрения овощных и плодовых культур. – М.: Агропромиздат, 1988, - 270 с.
12. Донских И. Н. Курсовое и дипломное проектирование по системе применения удобрений. Л.: Колос, 1989.
13. Еремин Г.В. и др. Косточковые культуры. Выращивание на клоповых подвоях и собственных корнях. Ростов-на-Дону, «Феникс», 2000.-256 с.
14. Колесников Е.В. Советы садоводам. Россельхозиздат, 1974, 152 с.
15. Кривко Н.П. Плодоводство. Изд. «Лань», Санкт-Петербург, 2014.-416с.
16. Минеев В.Г., и др. Биологическое земледелие и минеральные удобрения/В.Г. Минеев, Б. Дебрецени, Т. Мазур. – М.: Колос, 1993. – 415 с.
17. Олисаев А.А. Плодоводство Северной Осетии. Изд. «Ир», Владикавказ, 1992, 208 с.
18. Панников Д. Д., Минеев В. Г. Почва, климат, удобрение и урожай. М.: Колос, 1987.
19. Потапов В.А. Слаборослый интенсивный сад. Росагропромиздат. – М., 1991, - 222 с.
20. Промышленное садоводство Кабардино-Балкарии (сборник научных трудов). Нальчик, 1990.
21. Рубин С. С. Удобрение плодовых и ягодных культур. М.: Колос, 1974.
22. Синягин И. И. Прогрессивная технология внесения минеральных удобрений. М.: Колос, 1975.
23. Система земледелия Северо-Осетинской АССР. Орджоникидзе, изд. «Ир», 1987.
24. Справочная книга по химизации сельского хозяйства. М.: Колос, 1980.
25. Система применения удобрений в интенсивных яблоневых садах (рекомендации). Краснодар, 2005, - 48 с.
26. Якушев В.И. и др. Плодовые, ягодные культуры и технология их выращивания. М.: Агропромиздат, 1988.-343с.
27. Удобрения садов и ягодников в СССР (рекомендации). Мичуринск, 1978, 12 с.
28. Периодическая литература: журналы «Агрохимия», «Земледелие», «Почвоведение», «Химизация в сельском хозяйстве».

СОДЕРЖАНИЕ

Введение..... 3

Индивидуальное задание для курсового проекта по агрохимии..... 4

1. Общие сведения о хозяйстве..... 5

2. Накопление органических удобрений..... 9

3. Расчет потребности хозяйства в удобрениях..... 12

4. Химическая мелиорация почв..... 18

5. План распределения удобрений в севообороте..... 22

6. Удобрение сада и виноградника..... 27

7. Удобрение в парниках и теплицах..... 29

8. Удобрение лугов и пастбищ..... 31

9. Баланс питательных элементов в севообороте..... 33

10. Эффективность применения удобрений в севообороте..... 40

11. Расчет потребности удобрений в севообороте и составление календарного плана их применения..... 49

12. Прогнозирование и обеспечение заданного уровня плодородия почвы..... 53

13. Заготовка и хранение удобрений..... 55

Приложения 59

Приложения 1..... 59

Приложения 2..... 59

Приложения 3..... 59

Приложения 4..... 60

Приложения 5..... 61

Приложения 6..... 63

Приложения 7..... 64

Приложения 8..... 65

Приложения 9..... 69

Приложения 10..... 76

Рекомендуемая литература..... 78

Агрохимическое обслуживание сельскохозяйственного производства

методические указания для выполнения курсовой работы по специальности 35.02.05 Агрономия

Лицензия: ЛР. № 020574 от 6 мая 1998 г.

Электронная версия..2023 г.
Бумага формат А4 (210х297 мм), масса 80 г/м2.
Усл. печ.л. 16. Заказ 37.

_____

362040, Владикавказ, ул. Кирова, 37.
Типография ФГБОУ ВО Горский ГАУ

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 3EE7962F03675FD1CCC681245B854EBA
Владелец: Гогаев Олег Казбекович
Действителен: с 04.12.2023 до 26.02.2025

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Горский государственный аграрный университет»
(ФГБОУ ВО Горский ГАУ)

Л.В. Аванесян, З.В. Псхациева

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Практикум
для обучающихся по образовательным программам среднего профессионального образования

Владикавказ, 2023

УДК 614.8 (075.32)
ББК 74.506.68

Авторы:

Аванесян Л.В., Псхациева З.В.

Рецензенты:

Дзицоев А.П. – старший преподаватель, кандидат технических наук ФГБОУ ВО Горский ГАУ;

Кулова Д.Д. – доцент, кандидат биологических наук, кафедра экологии, Майкопский ГТУ.

Аванесян, Л.В. Безопасность жизнедеятельности: практикум для обучающихся по образовательным программам среднего профессионального образования / Л.В. Аванесян, З.В. Псхациева. – Владикавказ: ФГБОУ
ВО Горский ГАУ, 2023, - 140 с.

Целью практикума по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» яв-ляется освоение вопросов безопасности жизнедеятельности с конкретными заданиями, контрольными вопросами и теоретической частью.

Данный практикум предназначен обучающимся по специальностям: 09.02.07 Информационные системы и программирование; 19.02.15 Биотех-нология пищевой промышленности; 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей; 35.01.16 Мастер по водным биоресурсам и аквакультуре; 35.02.05 Агрономия; 35.02.09 Водные биоресурсы и аквакультура; 36.02.01 Ветеринария.

© ФГБОУ ВО Горский ГАУ, 2023

ВВЕДЕНИЕ

Практикум по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» имеет своей целью формирование практических умений и навыков, необходимых в профессиональной деятельности и жизненных ситуациях, а также закрепление теоретических знаний.

Практикум обеспечит четкую организацию проведения практических занятий по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности», даст возможность студентам, пропустившим учебное занятие, самостоятельно выполнить, оформить и защитить практическую работу.

Данный практикум предназначен для обучающихся по специальностям: 09.02.07 Информационные системы и программирование; 19.02.15 Биотехнология пищевой промышленности; 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов авто-мобилей; 35.01.16 Мастер по водным биоресурсам и аквакультуре; 35.02.05 Агрономия; 35.02.09 Водные биоресурсы и аквакультура; 36.02.01 Ветеринария.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь:

- организовывать и проводить мероприятия по защите работающих и населения от негативных воздействий чрезвычайных ситуаций;
- предпринимать профилактические меры для снижения уровня опасностей различного вида и их последствий в профессиональной деятельности и быту;
- использовать средства индивидуальной и коллективной защиты от оружия массового поражения;
- применять первичные средства пожаротушения;
- ориентироваться в перечне военно-учетных специальностей и самостоятельно определять среди них родственные полученной специальности;
- применять профессиональные знания в ходе исполнения обязанностей военной службы на воинских должностях в соответствии с полученной специальностью;

- владеть способами бесконфликтного общения и саморегуляции в повседневной деятельности и экстремальных условиях военной службы;

- оказывать первую помощь пострадавшим.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен знать:

- принципы обеспечения устойчивости объектов экономики, прогнозирования развития событий и оценки последствий при техногенных чрезвычайных ситуациях и стихийных явлениях, в том числе в условиях противодействия терроризму как серьезной угрозе национальной безопасности России;

- основные виды потенциальных опасностей и их последствия в профессиональной деятельности и быту, принципы снижения вероятности их реализации;

- основы военной службы и обороны государства;

- задачи и основные мероприятия гражданской обороны;

- способы защиты населения от оружия массового поражения;

- меры пожарной безопасности и правила безопасного поведения при пожарах;

- организацию и порядок призыва граждан на военную службу и поступления на нее в добровольном порядке;

- основные виды вооружения, военной техники и специального снаряжения, состоящих на вооружении (оснащении) воинских подразделений, в которых имеются военно–учетные специальности, родственные специальностям СПО;

- область применения получаемых профессиональных знаний при исполнении обязанностей военной службы;

- порядок и правила оказания первой помощи пострадавшим.

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Практикум по курсу «Безопасность жизнедеятельности» составлен на основе рабочей программы учебной дисциплины «Безопасность жизнедеятельности».

На практических занятиях используется теоретический материал для лучшего закрепления пройденного материала. Каждый учащийся должен вести рабочую тетрадь для практических занятий. По окончании выполнения практической работы, студент представляет отчет преподавателю. Отчет должен содержать:

- название работы;

- цель работы;

- содержание работы;

- выполненные задания.

Преподаватель принимает выполненную учащимся практическую работу в индивидуальном порядке.

Целесообразно в конце занятия сообщать тему следующего практического занятия и указывать литературные источники. Учащиеся в таких случаях приходят с готовыми конспектами, и преподавателю остается дать лишь целевую установку занятия, распределить задания, показать технику выполнения. После этого учащиеся приступают к самостоятельной работе.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Нормативно-правовая база Российской Федерации по обеспечению безопасности личности, общества и государства (2 часа).
2. Использование средств индивидуальной защиты. Средства коллективной защиты от оружия массового поражения. Приборы радиационной, химической разведки и дозиметрического контроля (4 часа).
3. Правила поведения населения в условиях природных ЧС (2 часа).
4. Отработка порядка и правил действий при возникновении пожара, пользовании средствами пожаротушения. Основные способы и средства тушения пожаров. Основные огнегасительные вещества (2 часа).
5. Основные способы защиты персонала, объектов экономики и населения. Рациональное размещение объектов экономики с позиции их безопасности. Восстановление утраченной устойчивости функционирования объекта экономики (2 часа).
6. Состав ВС Российской Федерации. Дни воинской славы России - дни славных побед (2 часа).
7. Основные способы остановки кровотечений. Профилактика осложнений ран (4 часа).
8. Способы иммобилизации при переломах костей. Правила оказания первой медицинской помощи при ожогах, замерзании и обморожении (2 часа).

Критерии оценки практической работы

Если работа выполнена полностью, и преподавателем получены ответы на поставленные вопросы, студент получает зачет по практической работе и оценку «5» отлично.

Работа выполнена в полном объеме, студент не ответил на поставленные преподавателем вопросы, получает зачет по практической работе и оценку «4» хорошо.

Работа выполнена не в полном объеме, но преподавателем получены ответы на поставленные вопросы, получает зачет по практической работе и оценку «3» удовлетворительно.

Оценка неудовлетворительно «2» ставится в том случае, если студент не оформил отчет к практической работе.

3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Практическое занятие 1.
Нормативно-правовая база Российской Федерации по обеспечению безопасности личности, общества и государства

Цель занятия: ознакомиться с основными законодательными актами Российской Федерации в области обеспечения безопасности.

Содержание работы:

1. Ознакомиться с федеральными законами в области обеспечения безопасности.
2. Письменно ответить на контрольные вопросы.
3. Выполнить задания 1-4.

Деятельность государственной власти в области гарантий прав и свобод человека и гражданина, охраны его жизни и здоровья регламентирована Конституцией Российской Федерации, ее федеральными законами, указами Президента Российской Федерации и постановлениями Правительства России, нормативными актами соответствующих министерств и ведомств.

Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21.12.94 №68-ФЗ

Настоящий федеральный закон определяет общие для Российской Федерации организационно-правовые нормы в области защиты граждан Российской Федерации, иностранных граждан и лиц без гражданства, находящихся на территории России, всего земельного, водного, воздушного пространства в предел ах Российской Федерации или его части, объектов производственного и социального назначения, а также окружающей природной среды от чрезвычайных ситуаций природного характера.

В первой главе определены его цели, задачи РСЧС, границы зон чрезвычайных ситуаций, порядок гласности и информирования населения в чрезвычайных ситуациях, а также основные принципы защиты населения в них.

Во второй главе определены полномочия Президента Российской Федерации, Федерального Собрания Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

В третьей главе установлены обязанности федеральных органов исполнительной власти и организаций в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, участие общественных объединений в ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также порядок привлечения Вооруженных Сил Российской Федерации для ликвидации чрезвычайных ситуаций и применения сил и средств органов внутренних дел при ликвидации чрезвычайных ситуаций.

В четвертой главе определены права и обязанности граждан в области защиты от чрезвычайных ситуаций (подробно изложены в предыдущей главе).

В пятой главе определены порядок подготовки населения и пропаганды знаний в области защиты населения от чрезвычайных ситуаций.

В шестой главе определен порядок финансирования органов управления и мер по ликвидации чрезвычайных ситуаций, а также создания и использования резервов финансовых и материальных ресурсов для ликвидации таких ситуаций.

В седьмой главе определены порядок организации и проведения государственной экспертизы, надзора и контроля в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, а также ответственность за нарушение этого закона.

В восьмой главе определены правила применения международных договоров Российской Федерации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, а в девятой главе - вступление этого закона в силу.

Закон Российской Федерации «О безопасности» от 28.12.2010 №390-ФЗ

Этим законом закреплены правовые основы обеспечения безопасности личности, общества и государства, определены система

безопасности и ее функции, установлен порядок организации и финансирования органов обеспечения безопасности, а также контроля и надзора за законностью их деятельности.

В первом разделе определены объекты и субъекты обеспечения безопасности, порядок ее обеспечения, принципы и законодательные основы обеспечения безопасности, соблюдение при этом прав и свобод.

Во втором разделе рассмотрены основные элементы и функции системы безопасности, разграничения в этой системе полномочий органов власти и руководство государственными органами обеспечения безопасности, а также порядок создания и структура сил обеспечения безопасности.

В третьем разделе определены статус Совета Безопасности Российской Федерации, его состав, основные задачи и порядок принятия решений, а также порядок создания, функционирования и основные задачи межведомственных комиссий Совета Безопасности Российской Федерации.

В четвертом разделе определен порядок финансирования деятельности по обеспечению безопасности, а в пятом - порядок контроля и надзора за законностью по обеспечению безопасности.

Федеральный закон «О пожарной безопасности» от 21.12.1994 №69-ФЗ

Обеспечение пожарной безопасности - одна из важнейших функций государства.

В рассматриваемом законе определены общие правовые, экономические и социальные основы обеспечения пожарной безопасности в Российской Федерации.

Он регулирует также отношения в этой области между:

– органами государственной власти;

– органами местного самоуправления;

– предприятиями, учреждениями, организациями, крестьянскими (фермерскими) хозяйствами;

– иными юридическими лицами независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, а также между общественными объединениями, должностными лицами;

– гражданами Российской Федерации, иностранными гражданами, лицами без гражданства.

В первой главе определены основные элементы системы обеспечения пожарной безопасности и ее функции.

Во второй главе определены структура системы пожарной охраны, задачи и функции каждого вида пожарной охраны, а также гарантии правовой и социальной защиты личного состава Государственной противопожарной службы, финансовое и материально-техническое обеспечение в области пожарной безопасности.

Пожарная охрана подразделяется на следующие виды:

– государственная противопожарная служба;

– муниципальная пожарная охрана;

– ведомственная пожарная охрана;

– частная пожарная охрана;

– добровольная пожарная охрана.

Основными задачами пожарной охраны являются:

– организация и осуществление профилактики пожаров;

– спасение людей и имущества при пожарах, оказание первой помощи;

– организация и осуществление тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ.

В третьей главе определены полномочия федеральных органов государственной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации и органов местного управления в области пожарной безопасности.

В четвертой главе определены нормативно-правовое регулирование в области пожарной безопасности, порядок разработки и реализации мер, направленных на обеспечение пожарной безопасности, тушения пожаров, производства пожарно-технической продукции, противопожарной пропаганды. Рассмотрены также требования к обучению мерам пожарной безопасности и информационному обеспечению в области пожарной безопасности.

В пятой главе определены права и обязанности граждан, федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, предприятий в области пожарной безопасности, а также ответственность за нарушение требований пожарной безопасности.

В этой главе четко определено, что *граждане имеют право на:*

• защиту их жизни, здоровья и имущества в случае пожара;

• возмещение ущерба, причиненного пожаром, в порядке, установленном действующим законодательством;

• участие в установлении причин пожара, нанесшего ущерб их здоровью и имуществу;

• получение информации по вопросам пожарной безопасности, в том числе в установленном порядке от органов управления и подразделений пожарной охраны;

• участие в обеспечении пожарной безопасности, в том числе в установленном порядке в деятельности добровольной пожарной охраны.

Граждане обязаны:

• соблюдать требования пожарной безопасности;

• иметь в помещениях и строениях, находящихся в их собственности (пользовании), первичные средства тушения пожаров и противопожарный инвентарь в соответствии с правилами пожарной безопасности и перечнями, утвержденными соответствующими органами местного самоуправления;

• при обнаружении пожаров немедленно уведомлять о них пожарную охрану;

• до прибытия пожарной охраны принимать посильные меры по спасению людей, имущества и тушению пожаров;

• оказывать содействие пожарной охране при тушении пожаров;

• выполнять предписания, постановления и иные законные требования должностных лиц пожарной охраны;

• предоставлять в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, возможность должностным лицам пожарной охраны проводить обследования и проверки, принадлежащих им производственных, хозяйственных, жилых и иных помещений и строений в целях контроля за соблюдением требований пожарной безопасности и пресечения их нарушений.

В шестой главе определен порядок вступления этого закона в силу и обеспечения его исполнения.

Федеральный закон «О безопасности дорожного движения» от 21.12.1994 №69-ФЗ

Законом определены правовые основы обеспечения безопасности дорожного движения на территории Российской Федерации.

В первой главе определены основные задачи закона и основные принципы обеспечения безопасности дорожного движения.

Задачами настоящего Федерального закона являются: охрана жизни, здоровья и имущества граждан, защита их прав и законных интересов, а также защита интересов общества и государства путем предупреждения дорожно-транспортных происшествий, снижения тяжести их последствий.

Во второй главе определены основные направления обеспечения безопасности дорожного движения на территории Российской Федерации, субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления. Рассмотрены вопросы участия общественных объединений в осуществлении мер по обеспечению безопасности дорожного движения и организации учета основных показателей состояния безопасности дорожного движения.

В третьей главе определены порядок разработки и реализации федеральных, региональных и местных программ, направленных на сокращение количества дорожно-транспортных происшествий и снижение ущерба от них.

В четвертой главе определены основные требования по обеспечению безопасности дорожного движения при проектировании, строительстве и реконструкции дорог, при их ремонте и содержании, при изготовлении, реализации, эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте транспортных средств. Рассмотрены также вопросы ограничения и прекращения движения по дорогам, порядок государственного технического осмотра транспортных средств, запрещения эксплуатации транспортных средств, медицинского обеспечения безопасности дорожного движения, права и обязанности участников дорожного движения, условия получения прав на управление транспортными средствами и основные требования по подготовке водителей.

В пятой и шестой главах определены порядок государственного надзора и контроля в области обеспечения безопасности дорожного движения и ответственность за нарушение соответствующего законодательства.

В седьмой главе определен порядок применения международных договоров в области безопасности дорожного движения на территории Российской Федерации, а в восьмой - порядок вступления в силу этого закона.

Федеральный закон «Об обороне» от 31.05.1996 №91-ФЗ

Закон определяет основы и организацию обороны Российской Федерации, полномочия органов государственной власти РФ, функции органов государственной власти ее субъектов, а также организаций и их должностных лиц, права и обязанности граждан РФ в области обороны, силы и средства, привлекаемые для обороны, ответственность за нарушение законодательства Российской Федерации в области обороны, а также другие нормы, касающиеся обороны.

В первом разделе определены основы и организация обороны Российской Федерации.

Во втором разделе определены полномочия Президента Российской Федерации, Федерального Собрания и Правительства Российской Федерации в области обороны.

В третьем разделе определены функции органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, организаций и должностных лиц, права и обязанности граждан в области обороны.

В четвертом разделе определены предназначение вооруженных сил, их состав, порядок комплектования, руководства и управления ими. Рассмотрены также основные функции Министерства обороны России, Генерального штаба Вооруженных Сил, осуществление дислокации вооруженных сил в соответствии с задачами обороны.

В пятом разделе определены состояние войны, режим военного положения. Рассмотрены вопросы мобилизации, гражданской и территориальной обороны в целях защиты населения, организации защиты объектов от опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий.

В шестом разделе рассмотрены вопросы ограничения деятельности политических партий, общественных объединений и обеспечения законности в вооруженных силах, функционирования обороны и ответственности за нарушение законодательства Российской Федерации в области обороны.

Федеральный закон «О гражданской обороне» от 12.02.1998 №28-ФЗ

Закон определяет задачи в области гражданской обороны и правовые основы их осуществления, полномочия органов государственной власти Российской Федерации, органов исполнительной власти

ее субъектов, органов местного самоуправления, организаций независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности (далее - организации), также силы и средства гражданской обороны.

В первой главе определены задачи в области гражданской обороны, правовое регулирование в этой области, принципы и ведение гражданской обороны на территории Российской Федерации.

Основными задачами в области гражданской обороны являются:

– подготовка населения в области гражданской обороны;

– оповещение населения об опасностях, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера;

– эвакуация населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы;

– предоставление населению средств индивидуальной и коллективной защиты;

– проведение мероприятий по световой маскировке и другим видам маскировки;

– проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ в случае возникновения опасностей для населения при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера;

– первоочередное жизнеобеспечение населения, пострадавшего при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера;

– борьба с пожарами, возникшими при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов;

– обнаружение и обозначение районов, подвергшихся радиоактивному, химическому, биологическому или иному заражению;

– санитарная обработка населения, обеззараживание зданий и сооружений, специальная обработка техники и территорий;

– восстановление и поддержание порядка в районах, пострадавших при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера;

– срочное восстановление функционирования необходимых коммунальных служб в военное время;

– срочное захоронение трупов в военное время;

– обеспечение устойчивости функционирования организаций, необходимых для выживания населения при военных конфликтах или

вследствие этих конфликтов, а также при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера;

– обеспечение постоянной готовности сил и средств гражданской обороны.

Во второй главе определены полномочия Президента Российской Федерации, Правительства РФ и федеральных органов исполнительной власти г области гражданской обороны.

В третьей главе определены полномочия органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций, а также права и обязанности граждан в области гражданской обороны.

В четвертой главе определены порядок управления гражданской обороной, структура ее системы, порядок организации служб гражданской обороны. Определен также федеральный орган исполнительной власти, специально уполномоченный решать задачи в области гражданской обороны.

В пятой главе определены состав сил гражданской обороны, основы деятельности ее войск, а также порядок создания и деятельности гражданских организаций гражданской обороны.

В шестой главе определены порядок финансирования мер по гражданской обороне и ответственность за нарушение законодательства Российской Федерации в этой области.

Контрольные вопросы:

1. Какие права и свободы провозглашает Конституция Российской Федерации в области обеспечения безопасности граждан?
2. Какие основные цели определяет закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»?
3. С какой целью принят закон «О безопасности»?
4. Какую цель преследует закон «О пожарной безопасности»?
5. Назовите основные задачи закона «О безопасности дорожного движения».
6. С какой целью принят закон «Об обороне»?
7. Какие задачи определяет закон «О гражданской обороне»?

Задание 1. Определите, какой из этих законов закрепляет правовые основы обеспечения безопасности личности, общества и государства:

а) закон «Об обороне»;
б) закон «О гражданской обороне»;
в) закон «О безопасности».

Задание 2. *Расставьте в таблице ниже перечисленные права и обязанности граждан РФ в области защиты населения от ЧС.*

1) участвовать в установленном порядке в мероприятиях по предупреждению и ликвидации ЧС; 2) выполнять установленные правила поведения при угрозе и возникновении ЧС; 3) медицинское обслуживание, компенсации и льготы за проживание и работу в зонах ЧС; 4) изучать основные способы защиты населения и территорий от ЧС, приемы оказания первой медпомощи пострадавшим, правила пользования коллективными и индивидуальными средствами защиты; 5) защита жизни, здоровья и личного имущества в случае возникновения ЧС; 6) возмещение ущерба, причиненного их здоровью и имуществу вследствие ЧС; 7) соблюдать меры безопасности в быту и повседневной трудовой деятельности, 8) быть информированными о риске, которому они могут быть подвергнуты в определенных местах пребывания на территории страны и мерах необходимой безопасности.

Права граждан РФ в области защиты населения от ЧС	**Обязанности граждан РФ в области защиты населения от ЧС**
Федеральный закон «О пожарной безопасности» от 21.12.1994 №69-ФЗ	

Задание 3. Прочитайте следующую фразу: «Основными задачами пожарной охраны в области пожарной безопасности являются: организация предупреждения пожаров; тушение пожаров; предупреждение и ликвидация социально-политических конфликтов и массовых беспорядков». Определите, соответствует ли эта фраза задачам пожарной охраны, изложенным в законе.

Задание 4. Федеральный закон «О гражданской обороне» определяет задачи в области гражданской обороны и правовые основы их осуществления.

Выберите из предлагаемых вариантов правильный:
а) при ведении военных действий;
б) в мирное время;
в) по решению органов местного самоуправления.

Практическое занятие 2.
Использование средств индивидуальной защиты. Средства коллективной защиты от оружия массового поражения. Приборы радиационной, химической разведки и дозиметрического контроля

Цель: уяснить назначение и классификацию СИЗ, практически отработать подбор СИЗ, приобрести навыки в пользовании средствами защиты органов дыхания и кожи, ознакомиться с защитными сооружениями гражданской обороны, изучить назначение, устройство, порядок подготовки к работе приборов радиационной и химической разведки.

Содержание работы:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом.
2. Задание 1. Подобрать шлем-маску, проверить исправность противогаза, собрать и уложить противогаз.
3. Задание 2. Изготовить ватно-марлевую повязку. Заполнить таблицу 1.
4. Задание 3. Зарисовать средства коллективной защиты.
5. Устно ответить на контрольные вопросы.

Средства индивидуальной защиты
Фильтрующие противогазы

Фильтрующие противогазы предназначены для защиты органов дыхания, лица и глаз от воздействия радиоактивных, отравляющих веществ и бактериальных средств.

Подготовка противогаза к использованию

Подготовка противогаза к пользованию начинается с подбора необходимого роста его лицевой части.

Правильно подобранная шлем-маска (маска) должна плотно прилегать к лицу и исключать возможность проникновения наружного воздуха в органы дыхания, минуя фильтрующе-поглощающую коробку.

Подбор необходимого роста шлем-маски определяется измерением головы по замкнутой линии, проходящей через макушку, щеки и подбородок.

По результатам измерения окружности головы определяют рост шлем-маски.

После получения противогаза, который выдается в разобранном виде, необходимо осмотреть и проверить исправность всех его частей, затем правильно собрать и проверить его герметичность.

При осмотре и проверке противогаза необходимо проверить:

– состояние лицевой части противогаза, целость шлем-маски (маски) и стекол очковых узлов,

– исправность деталей мембранной коробки и правильность ее сборки, в маске - целость тесемок крепления, их натяжение и наличие на них пряжек, состояние клапанной коробки и клапанов (они не должны быть порваны, покороблены или засорены);

– состояние соединительной трубки, отсутствие на ней проколов и порывов, плотно ли она присоединена к патрубку клапанной коробки, не помята ли накидная гайка и имеется ли в ней на ниппеле резиновое прокладочное кольцо;

– состояние фильтрующе-поглощающей коробки, нет ли на ней пробоин, ржавчины, не повреждена ли горловина, не пересыпаются ли зерна поглотителя (шихты); целостность

– исправность сумки для противогаза, наличие кнопок или петли на клапане и пуговицы на корпусе сумки, наличие и состояние плечевой и поясной тесемок, наличие в сумке коробки с незапотевающими пленками или специального «карандаша», в сумке для противогаза ГП-4у - наличие деревянных планок, закрепленных на дне сумки.

Сборку противогаза производят в следующем порядке. В левую руку берут шлем-маску (за клапанную коробку) или накидную гайку соединительной трубки маски (шлем-маска или маска при этом свободно опущены вниз), правой рукой ввинчивают до отказа фильтрующе-поглощающую коробку навинтованной горловиной в патрубок клапанной коробки шлем-маски или в накидную гайку соединительной трубки маски.

Новую шлем-маску перед надеванием необходимо протереть снаружи и внутри чистой ветошью (ватой), слегка смоченной водой, а выдыхательные клапаны и соединительную трубку продуть. Шлем-маску (маску), бывшую в употреблении, протереть денатурированным спиртом или 2 %-м раствором формалина, после сборки противогаза производится проверка правильности сборки и исправности герметичности) противогаза в целом. Перед проверкой противогаза

ГП-4у на герметичность производится подгонка маски и проверяется ее герметичность.

Для проверки противогаза на герметичность в целом надо надеть шлем-маску (маску), при проверке противогаза ГП-4у фильтрующе-поглощающую коробку вынуть из сумки, закрыть отверстие в дне коробки резиновой пробкой или зажать ладонью и сделать глубокий вдох. Если при этом воздух под лицевую часть не проходит, то противогаз исправен (герметичен), если воздух проходит, то противогаз неисправен. В этом случае следует определить неисправность и устранить ее.

Исправность противогаза определяется двумя проверками.

Первая проверка проводится при концентрации паров хлорпикрина 0,85 г/м^3 с целью предварительного установления правильности подбора лицевой части и исправности противогаза, вторая - при концентрации паров хлорпикрина 8,5 г/ м^3 с целью проверки исправности (герметичности) противогаза в целом.

Лицевая часть считается подобранной правильно, а противогаз исправным, если при его проверке в палатке с концентрацией паров хлорпикрина 8,5 г/м^3 раздражения глаз не ощущается.

При обнаружении в противогазе неисправностей их устраняют; при невозможности устранения их своими силами, противогаз сдают в ремонт и взамен получают исправный. Проверенный, исправный и правильно собранный противогаз укладывают в сумку.

Противогаз ГП-5 (ГП-5М) укладывается в сумку фильтрующе-поглощающей коробкой вниз, шлем-маску не перегибают, верх сумки дважды подворачивают и сумку застегивают на две пуговицы.

При укладке противогаза ГП-4у сначала необходимо вложить в малое отделение сумки фильтрующе-поглощающую коробку, а затем, взяв маску левой рукой за клапанную коробку так, чтобы очковые узлы были обращены от себя, правой рукой вложить внутрь маски назатыльник и тесьмы; после чего вложить в большое отделение сумки соединительную трубку, а затем маску, не сгибая ее, клапанной коробкой вниз. Для предохранения стекол очковых узлов от запотевания используются незапотевающие пленки или специальный «карандаш».

Незапотевающая пленка представляет собой кружок прозрачного целлулоида, на одну сторону которого нанесена специальная смазка. Пленки вставляют в очки шлем-маски (маски) запотевающей

стороной к стеклу. Для этого необходимо вынуть прижимное кольцо, протереть стекло чистой тряпочкой, и, держа пленку пальцами за края, срезанным краем к внутренней части ладони, слегка согнуть ее и вставить в очковую обойму.

Вставленную пленку закрепить прижимным кольцом так, чтобы кольцо было обращено срезом в сторону обтекателя. Таким же образом вставить незапотевающую пленку в другой очковый узел.

Запотевающая сторона пленки определяется легким выдохом на обе ее стороны. Стекла очковых узлов в шлем-масках (масках) при отсутствии незапотевающих пленок смазываются специальным «карандашом». Перед смазыванием стекла очковым узлов тщательно протираются чистой тряпочкой, после чего, не сильно нажимая, карандашом наносят 5–6 штрихов на внутреннюю поверхность стекла, затем делают выдох и равномерно растирают пальцем нанесенную смазку так, чтобы стекло стало прозрачным. Вторичным выдохом на стекло проверяют его незапотеваемость. После каждого пользования противогазом смазанные стекла очковых узлов следует тщательно вытирать чистой тряпочкой.

Выбор противогаза

Подбор шлем-маски (маски), проверка исправности, сборка и укладка противогаза. Перед тем как пользоваться противогазом, очень важно правильно подобрать по росту лицевую часть противогаза (рис. 1), проверить его исправность.

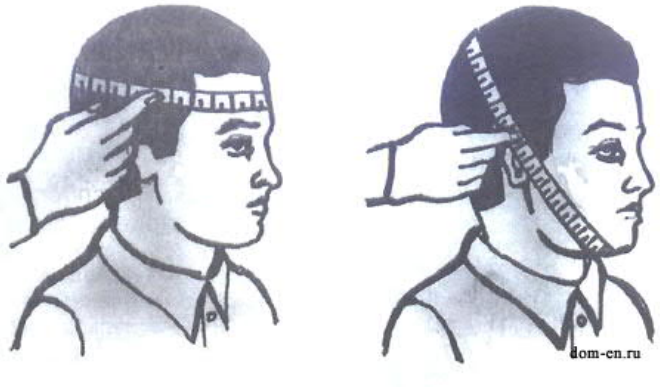


Рис. 1. Измерение горизонтального и вертикального обхвата головы.

Для подбора размера шлем-маски надо измерить голову по замкнутой линии, проходящей через макушку, щеки и подбородок. При величине измерения до 63 см нужна шлем-маска нулевого размера; 63,5 - 65,5 см - первого; 66 - 68 см - второго; 68,5 - 70,5 см - третьего; более 71 см - четвертого. Для подбора маски нужно измерить высоту лица - расстояние от переносицы до нижней точки подбородка. При высоте лица 99 - 109 мм требуется маска первого размера; 109 - 119 мм - второго; более 119 мм - третьего. Правильно подобранная шлем-маска (маска) должна плотно прилегать к лицу и исключать возможность проникновения наружного воздуха в органы дыхания, минуя фильтрующе-поглощающую коробку. Особенности подбора шлем-маски противогаза ГП-5 отражены в табл. 1.

Таблица 1

Подбор шлем-маски противогаза

Результат измерения	Размер
до 63,0 см	0
до 63,0 см	01
63,5-65,5 см	1
63,5-65,5 см	1
66,0-68,0 см	2
66,0-68,0 см	2
68,5 - 70,5 см	3
68,5 - 70,5 см	3
+ 1,0 и более	4
+ 1,0 и более	4

Сборку общевойскового противогаза производят в следующем порядке. Ввертывают до отказа ввинтную гайку соединительной трубки в клапанную коробку шлем-маски, в левую руку берут фильтрующе-поглощающую коробку горловиной вниз, а правой заворачивают накидную гайку до отказа на горловину коробки. При сборке противогаза ГП-5 в левую руку берут шлем-маску (за клапанную коробку), правой рукой ввинчивают до отказа фильтрующе-поглощающую коробку навинтованной горловиной в патрубок клапанной коробки шлем-маски.

Для проверки противогаза на герметичность необходимо надеть шлем-маску (маску), вынуть коробку из сумки, закрыть отверстие в дне коробки рукой и попытаться сделать глубокой вдох. Если воздух под лицевую часть не проходит - противогаз исправен и подобран правильно.

Проверенный противогаз в собранном виде помещают в сумку. Общевойсковой противогаз укладывают так: фильтрующе-поглощающую коробку кладут в сумку; складывают шлем-маску, взяв одной рукой за очковый узел, а другой перегнув шлем-маску вдоль, закрывают его одно стекло; затем перегибают шлем-маску пополам, закрывая таким образом другое стекло; вкладывают в сумку соединительную трубку и сложенную шлем-маску клапанной коробкой вниз.

Противогаз ГП – 5, ГП – 7.

Рис. 2. Противогаз.

При укладке противогазов ГП-5 и ПДФ фильтрующе-поглощающую коробку ставят в сумку, шлем-маску не перегибают, могут быть немного подвернуты головная и боковые ее части. При укладывании маски противогаза ГП-5 необходимо внутрь вложить назатыльник и тесемки крепления, после чего вложить в большое отделение сумки сначала соединительную трубку, а затем маску клапанной коробкой вниз.

Задание 1. Подобрать шлем-маску, проверить исправность противогаза, собрать и уложить противогаз.

Выполнение задания состоит из трех этапов:

№1 – «Подбор лицевой части противогаза» (портновский сантиметр, таблица для определения размера противогаза).

№2 – «Правила надевания противогаза» (противогазы, правила надевания противогаза).

№3 – «Отработка норматива по надеванию противогаза» (противогазы, флакон с перекисью водорода, ватные тампоны, Нормативы, секундомер).

Обратить внимание на часто допускаемые ошибки:

1) при надевании противогаза обучаемый не закрыл глаза и не затаил дыхание или после надевания не сделал полный выдох;

2) шлем-маска противогаза (фильтрующая полумаска респиратора) надета с перекосом;

3) допущено образование таких складок или перекосов, при которых наружный воздух может проникать под шлем-маску противогаза (фильтрующую полумаску респиратора);

4) не герметично присоединена противогазовая коробка.

Задание 2. Изготовить ватно-марлевую повязку.

Ватно-марлевая повязка является самым простейшим средством защиты органов дыхания. Ее изготавливают из куска марли размером 90х60 см.

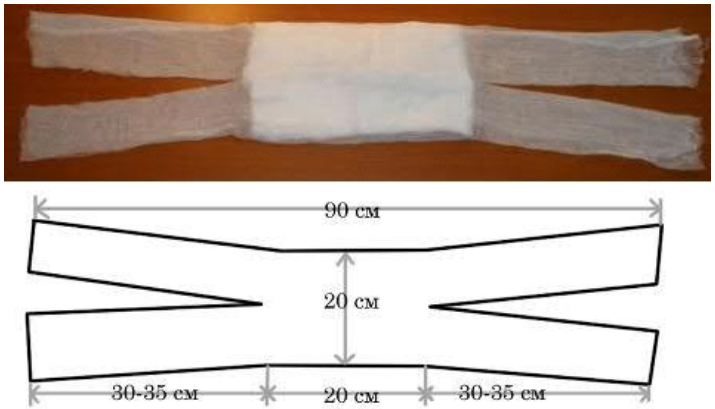
Рис. 3. Марлевая повязка.

На середину кладут ровный слой ваты размером 20х20 см, толщиной 1-2 см.

С обеих сторон марлю загибают по всей длине, накладывая на вату.

Оставшиеся по длине марли концы разрезают на 25-30 см с каждой стороны для завязывания.

Допускается обшивание концов. Готовая повязка.



Надетая повязка должна закрывать подбородок, рот и нос до глаз. Концы повязки завязывают: нижние на темени, верхние на затылке.

• В связи с тем, что вирус передается преимущественно воздушно-капельным путем, необходимо придерживаться санитарно-противоэпидемического режима, предусмотренного при эпидемиях респираторных вирусных инфекций.

• Нужно носить марлевые, ватно-марлевые, а также современные одноразовые маски из нетканых материалов. Четырехслойную марлевую маску, периодически проглаживают горячим утюгом, так как вирус гриппа неустойчив к действию высокой температуры.

Для того чтобы защита от АХОВ была надёжнее, например если надвигается облако хлора, рекомендуется смочить повязку 2%-ным раствором питьевой соды, а для защиты от аммиака – 5%-ным раствором лимонной (уксусной) кислоты.

ПОМНИТЕ! Ватно-марлевая повязка и противопыльная тканевая маска не защищает от многих АХОВ.

Долго пользоваться ватно-марлевыми повязками не рекомендуется.

Заполните таблицу.

АХОВ	Средства для смачивания ватно-марлевой повязки
Хлор	
Аммиак	

Средства коллективной защиты

Средства коллективной защиты - это защитные инженерные сооружения гражданской обороны. Они являются наиболее надежным средством защиты населения от оружия массового поражения и других современных средств нападения. Защитные сооружения в зависимости от защитных свойств подразделяются на убежища и противорадиационные укрытия (ПРУ). Кроме того, для защиты людей могут применяться простейшие укрытия.

Убежища - это специальные сооружения, предназначенные для защиты укрывающихся в них людей от всех поражающих факторов ядерного взрыва, отравляющих веществ, бактериальных (биологических) средств, а также от высоких температур и вредных газов, образующихся при пожарах. Убежище состоит из основного и вспомогательных помещений. В основном помещении, предназначенном для размещения укрываемых, оборудуются двух- или трехъярусные нары-скамейки для сидения и полки для лежания.

Вспомогательные помещения убежища - это санитарный узел, фильтровентиляционная камера, а в сооружениях большой вместимости - медицинская комната, кладовая для продуктов, помещения для артезианской скважины и дизельной электростанции.

В убежище устраивается, как правило, не менее двух входов; в убежищах малой вместимости - вход и аварийный выход. Во встроенных убежищах входы могут делаться из лестничных клеток или непосредственно с улицы. Аварийный выход оборудуется в виде подземной галереи, оканчивающейся шахтой с оголовком или люком на незаваливаемой территории. Наружная дверь делается защитно-герметической, внутренняя - герметической. Между ними располагается тамбур. В сооружениях большой вместимости (более 300 человек) при одном из входов оборудуется тамбур-шлюз, который с наружной и внутренней сторон закрывается защитно-герметическими дверями, что обеспечивает возможность выхода из убежища без нарушения защитных свойств входа.

Система воздухоснабжения, как правило, работает в двух режимах: чистой вентиляции (очистка воздуха от пыли) и фильтровентиляции. В убежищах, расположенных в пожароопасных районах, дополнительно предусматривается режим полной изоляции с регенерацией воздуха внутри убежища.

Системы энерговодоснабжения, отопления и канализации убежищ

связаны с соответствующими внешними сетями. На случай их повреждения в убежище имеются переносные электрические фонари, резервуары для хранения аварийного запаса воды, а также емкости для сбора нечистот.

Отопление убежищ предусматривается от общей отопительной сети.

В помещениях убежища размещается, кроме того, комплект средств для ведения разведки, защитная одежда, средства тушения пожара, аварийный запас инструмента.

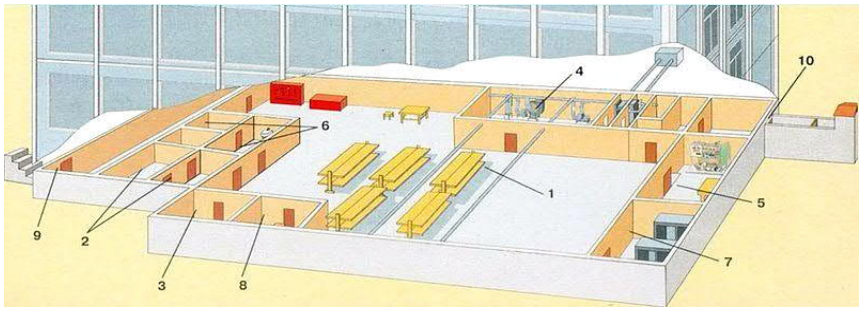


Рис. 4. План убежища:

1 – помещение для укрываемых; *2* – пункт управления; *3* – медицинский пункт (может не устраиваться); *4* – фильтровентиляционная камера; *5* – помещение дизельной электростанции; *6* – санитарный узел; *7* – помещение для ГСМ и электрощитовая; *8* – помещение для продовольствия (может не устраиваться); *9* – вход с тамбуром; *10* – аварийный выход с тамбуром.

Противорадиационные укрытия (ПРУ) обеспечивают защиту людей от ионизирующих излучений при радиоактивном заражении местности. Кроме того, они защищают от светового излучения, проникающей радиации (в том числе и от нейтронного потока) и частично от ударной волны, а также от непосредственного попадания на кожу и одежду людей радиоактивных, отравляющих веществ и бактериальных (биологических) средств.

Устраиваются ПРУ, прежде всего, в подвальных этажах зданий и сооружений. В ряде случаев возможно построение отдельно стоящих быстровозводимых противорадиационных укрытий, для чего используют промышленные (сборные железобетонные элементы, кирпич,

прокат) или местные (лесоматериалы, камни, хворост и т. п.) строительные материалы.

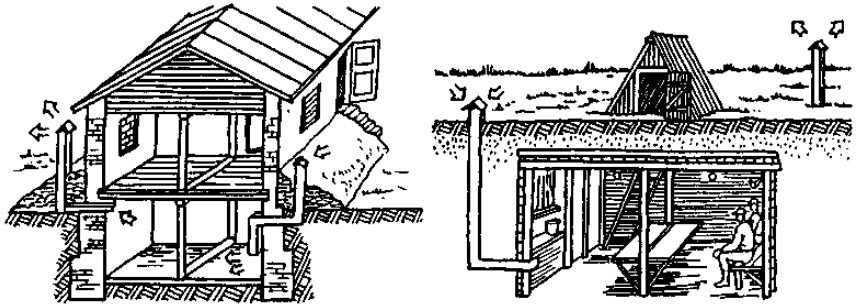
Под противорадиационные укрытия приспосабливают все пригодные для этой цели заглубленные помещения: подвалы и погреба, овощехранилища, подземные выработки и пещеры, а также помещения в наземных зданиях, имеющих стены из материалов, обладающих необходимыми защитными свойствами.

Для повышения защитных свойств в помещении заделывают оконные и лишние дверные проемы, насыпают слой грунта на перекрытие и делают, если нужно, грунтовую подсыпку снаружи у стен, выступающих выше поверхности земли. Герметизация помещений достигается тщательной заделкой трещин, щелей и отверстий в стенах и потолке, в местах примыкания оконных и дверных проемов, ввода отопительных и водопроводных труб, подгонкой дверей и обивкой их войлоком с уплотнением притвора валиком из войлока или другой мягкой плотной ткани.

Укрытия вместимостью до 30 человек проветриваются естественной вентиляцией через приточный и вытяжной короба. Для создания тяги вытяжной короб устанавливают на 1,5-2 м выше приточного. На наружных выводах вентиляционных коробов делают козырьки, а на выходах в помещение – плотно пригнанные заслонки, которые закрывают на время выпадения радиоактивных осадков. Внутреннее оборудование укрытий аналогично оборудованию убежища.

В приспосабливаемых под укрытия помещениях, не оборудованных водопроводом и канализацией, устанавливают бачки для воды из расчета 3-4 л на одного человека в сутки, а туалет снабжают выносной тарой или люфт-клозетом с выгребной ямой. Кроме того, в укрытии устанавливают нары (скамьи), стеллажи или лари для продовольствия. Освещение осуществляется от наружной электросети или переносными электрическими фонарями.

Защитные свойства противорадиационных укрытий от воздействия радиоактивных излучений оцениваются коэффициентом защиты (ослабления радиации), который показывает, во сколько раз доза радиации на открытой местности больше дозы радиации в укрытии, то есть во сколько раз ПРУ ослабляют действие радиации, а, следовательно, дозу облучения людей. Защитные свойства некоторых помещений приведены ниже (см. табл. 1).



3. Противорадиационное укрытие в подвале дома.

4. Противорадиационное укрытие в погребе.

Рис. 5. Противорадиационное укрытие.

Таблица 2

Защитные свойства помещений

Виды помещений	Коэффициент ослабления радиации
Внутренние помещения первого этажа одно- и двух- этажных зданий:	
с деревянными стенами	2
с кирпичными стенами	5-7
Внутренние помещения верхних этажей (за исключением последнего) многоэтажных зданий	50
Подвальные помещения одно- и двухэтажных зданий:	
деревянных	7-12
каменных	200-300
Средняя часть подвала многоэтажного здания	500-1000

Дооборудование подвальных этажей и внутренних помещений зданий повышает их защитные свойства в несколько раз. Так, коэффициент защиты оборудованных подвалов деревянных домов повышается примерно до 100, каменных домов - до 800-1000. Необорудованные погреба ослабляют радиацию в 7-12 раз, а оборудованные - в 350-400 раз.

Заполнение убежища (укрытия) производится организованно и быстро. В первую очередь пропускаются дети, женщины с детьми и престарелые. Они размещаются в отведенных для них местах.

Укрывающийся обязан иметь с собой двухсуточный запас продуктов питания в полиэтиленовой упаковке, принадлежности туалета, документы, минимум личных вещей и средства индивидуальной защиты.

Запрещается приносить в защитное сооружение легковоспламеняющиеся и сильно пахнущие вещества, громоздкие вещи, приводить домашних животных, ходить без надобности по помещениям, зажигать без разрешения керосиновые лампы, свечи и самодельные светильники. Укрывающиеся обязаны выполнять все требования коменданта и личного состава звена обслуживания.

Основными задачами звена обслуживания являются: контроль за правильной эксплуатацией и обеспечение постоянной готовности сооружения к приему людей, прием и размещение их в отсеках, наблюдение за выполнением установленных правил поведения, ввод в действие и обслуживание системы воздухоснабжения и другого внутреннего оборудования.

Личный состав обязан знать правила содержания сооружений и уметь пользоваться оборудованием и приборами, знать расположение аварийных выходов, сетей водопровода, канализации, отопления, электроснабжения и места размещения отключающих устройств, знать порядок заполнения убежища и правила поведения укрываемых, нести дежурство на постах.

После заполнения убежища по распоряжению коменданта личный состав звена обслуживания закрывает защитно-герметические двери, ставни аварийных выходов и регулировочные заглушки вытяжной вентиляции, включает фильтровентиляционный агрегат на режим чистой вентиляции.

В случае обнаружения проникновения вместе с воздухом ядовитых или отравляющих веществ укрываемые немедленно надевают средства защиты органов дыхания, а убежище переводится на режим фильтровентиляции.

При возникновении вблизи убежища пожаров или образовании опасных концентраций СДЯВ защитное сооружение переводят на режим полной изоляции и включают установку регенерации воздуха, если такая имеется.

Время пребывания населения в защитных сооружениях определяется штабами ГО объектов. Они устанавливают, кроме того, порядок действий и правила поведения при выходе из убежищ и укрытий. Этот порядок и правила поведения передаются в защитное сооружение по телефону или другим возможным способом.

Вывод укрывающихся из убежища (укрытия) производится по указанию командира звена обслуживания после сигнала «Отбой воздушной тревоги» или в случае аварийного состояния сооружения, угрожающего жизни людей.

При завале основных выходов из убежища (укрытия) вывод укрывающихся производится через аварийный выход, а если его нет, применяются меры по самостоятельному открыванию дверей и расчистке завала на входе силами звена обслуживания и укрывающихся.

К простейшим укрытиям относятся **щели открытые** и **перекрытые** (рис. 3). Щели строятся самим населением с использованием подручных местных материалов.

Простейшие укрытия обладают надежными защитными свойствами. Так, открытая щель в 1,2-2 раза уменьшает вероятность поражения ударной волной, световым излучением и проникающей радиацией, в 2-3 раза снижает возможность облучения в зоне радиоактивного заражения. Перекрытая щель защищает от светового излучения полностью, от ударной волны - в 2,5-3 раза, от проникающей радиации и радиоактивного излучения - в 200-300 раз. Она предохраняет также от непосредственного попадания на одежду и кожу радиоактивных, отравляющих веществ и бактериальных (биологических) средств.

Место для строительства щелей выбирают на незаваливаемой территории, то есть расстояние до наземных зданий должно превышать их высоту, на участках, не затапливаемых талыми и дождевыми водами.

Щель первоначально устраивают открытой. Она представляет собой зигзагообразную траншею в виде нескольких прямолинейных участков длиной не более 15 м. Глубина ее 1,8-2 м, ширина по верху 1,1-1,2 м и по дну до 0,8 м. Длина щели определяется из расчета 0,5-0,6 м на одного человека. Нормальная вместимость щели 10-15 человек, наибольшая - 50 человек.

Строительство щели начинают с разбивки и трассировки - обозначения ее плана на местности. Вначале провешивается базисная линия, на ней откладывается общая длина щели. Затем влево и впра-

во откладываются половинные размеры ширины щели по верху. В местах изломов забиваются колышки, между ними натягиваются трассировочные шнуры и отрываются канавки глубиной 5-7 см.

Отрывку начинают не по всей ширине, а несколько отступив внутрь от линии трассировки. По мере углубления постепенно подравнивают откосы щели и доводят ее до требуемых размеров. В дальнейшем стенки щели укрепляют досками, жердями, камышом или другими подручными материалами. Затем щель перекрывают бревнами, шпалами или малогабаритными железобетонными плитами. Поверх покрытия делают слой гидроизоляции, применяя толь, рубероид, хлорвиниловую пленку, или укладывают слой мятой глины, а затем слой грунта толщиной 50-60 см.

Вход делают с одной или двух сторон под прямым углом к щели и оборудуют герметической дверью и тамбуром, отделяя занавесом из плотной ткани помещение для укрываемых. Для вентиляции устанавливают вытяжной короб. Вдоль пола прорывают дренажную канавку с водосборным колодцем, расположенным при входе в щель.

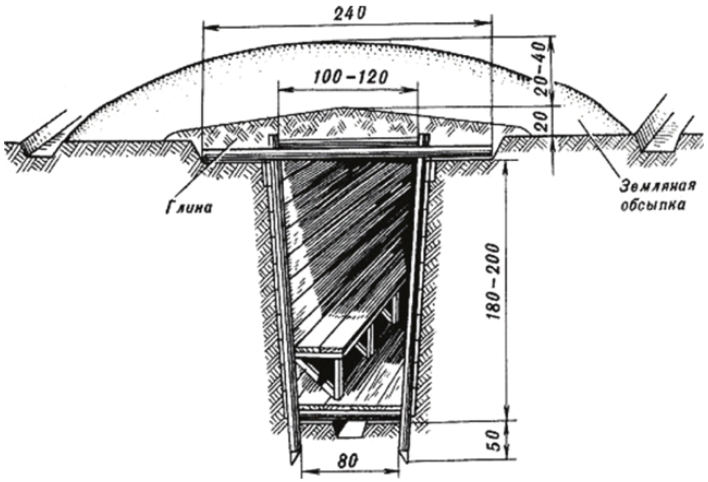


Рис. 6. Простейшие укрытия.

Приборы радиационной и химической разведки

Назначение дозиметрических приборов

Дозиметрические приборы предназначены для определения уровня радиации на местности, измерения степени заражения радиоактивными веществами различных предметов и объектов, степени заражении поверхности одежды и кожных покровов человека, заражения продуктов, воды, фуража и др. различных предметов и объектов. С помощью дозиметрических приборов можно также вести определение доз радиоактивного облучения людей, работающих на объектах и участках зараженных радиоактивными веществами.

В соответствии с назначением дозиметрические приборы можно разделить на две основные группы:

1) приборы для радиационной разведки местности;

2) приборы дозиметрического контроля.

К первой группе приборов для радиационной разведки относятся индикаторы радиоактивности и рентгенометры. Ко второй группе приборов дозиметрического контроля - радиометры и дозиметры.

Обнаружение радиоактивных веществ основывается на способности их излучать ионизированные вещества в среду, в которой они распространяются.

Приборы для радиационной и химической разведки местности

К приборам, предназначенным для радиационной разведки местности относятся: индикаторы радиоактивности ДП~63,ДП-63Н, рентгенометры ДП-2 и ДП-3, рентгенометры-радиометры ДП-5 и ДП-5-А.

Индикаторы радиоактивности ДП-63 и ДП-63А предназначаются для измерения небольших уровней радиации и определения бета и гамма заражения местности.

ИНДИКАТОР РАДИОАКТИВНОСТИ ДП-63-А

Рис. 7.
Прибор ДП-**63А**

Прибор ДП-**63А** состоит из полупроводникового преобразователя, напряжения ПЗВ двух газорядных счетчиков, один из которых предназначен для измерения уровней радиации до 1,5 р/ч, второй для измерения уровней радиации до 50 р/ч, микроамперметры М-130, источников питания (два элемента типа 1,6 ПМИ-Х-1,05). Диапазон измерения прибором гамма излучения от 0,1 до 1,5 р/ч. Один комплект питания обеспечивает непрерывную работу прибора в течение 50 часов. Для проверки работоспособности прибора под счетчиком на 1,5 р/ч помещен контрольный препарат (бета-активный) масса прибора 1,2 кг. Прибор смонтирован в пластмассовом корпусе.

Подготовка и порядок пользования прибором

При подготовке прибора необходимо:

– произвести внешний осмотр прибора, вставить в отсек питания два элемента типа 1,6 ПМЦ-Х-1,05,плотно закрыть крышку в питании;

– проверить работоспособность питания прибора, нажав одновременно кнопки «1,5 р/ч и «50 р/ч» при этом стрелка прибора должна находится правее деления 10 р/ч, нижней шкалы микроамперметра, если стрелка находится левее деления 10 р/ч, то необходимом заменить элементы питания, при новых элементах стрелка отклоняется до конца нижней шкалы, проверить работоспособность прибора, нажав кнопку 1,5 р/ч, при этом стрелка микроамперметра должна встать на «0» верхней шкалы. *Работоспособность проверять при отсутствии фона гамма-излучения*.

Для измерения уровня радиации следует нажать кнопку «50 р/ч» и, не отпуская ее, произвести отчет по нижней шкале прибора. В том случае, если стрелка не отклониться или отклоняется очень мало, необходимо, отпустив кнопку «50 р/ч», нажать кнопку «1,5 р/ч» и произвести отсчет по верхней шкале прибора.

Для индикации бета-излучений делаются два замера. При первом замере определяют уровень радиации в последовательности, указанной выше. Для второго замера необходимо одновременно с включением-нажатием кнопки с надписью «1,5 р/ч» нажать на кнопку, расположенную на передней стенке корпуса прибора и поднести прибор на расстоянии 5-10 см от зараженной поверхности. Если при этом замере показание прибора увеличатся, то это будет свидетельствовать о наличии бета-излучений, а, следовательно, и о наличии радиоактивного заражения в месте нахождения прибора.

ИНДИКАТОР-СИГНАЛИЗАТОР ДП-64

Рис. 8. Индикатор-сигнализатор ДП-64.

Индикатор-сигнализатор ДП-64 предназначен для постоянного наблюдения и обнаружения начала радиоактивного заражения.

Он состоит из пульта сигнализации, датчика, соединенного с пультом I сигнализации кабелем, кабеля питания, с помощью которого пульт присоединяется к источнику питания.

Пульт сигнализаций состоит из корпуса и крышки на лицевой стороне корпуса находятся: звуковой сигнал, динамик типа ДЭМ-4М, тумблер - «работа-контроль», тумблер «вкл.-выкл.», держатель предохранителя слева размещен световой сигнал (неоновая лампа ТМ-0,2) и краткая инструкция. На нижней стенке находится плата для присоединения датчика и укреплен кабель питания с вилкой и двумя наконечниками для подключения к источникам питания, установлены газоразрядный счетчик и контрольный бета источник.

Прибор ДП-64 работает в следующем режиме и обеспечивает звуковую и световую сигнализацию через излучения 0,2 р/ч. На наличие гамма-излучений указывают вспышка неоновой лампы и синхронные счетчики динамика. Пульт сигнализации устанавливается внутри помещения, а датчик снаружи, в том месте, где ему не угрожают удары и завал |при обрушении зданий. Кабель питания подключается в сеть переменного тока напряжением 220 /127 В или к аккумулятору постоянного тока напряжением 6В.

При подготовке прибора необходимо включить прибор и проверить его работоспособность с помощью контрольного аппарата, для

этого следует установить переключатель «Работа-контроль» в положение Контроль» и убедиться в наличии светового и звукового сигнала, после чего установить переключатель в положение «Работа» - прибор готов к работе и начнет работать через 30 сек, после включения тумблером «вкл.–выкл.». После появления сигнала о радиоактивном заражении, прибор следует выключить и дальнейший контроль над наличием радиоактивного заражения осуществлять кратковременным включением прибора.

РЕНТГЕНОМЕТР ДП-2

Рис. 9. Рентгенометр ДП-2.

Рентгенометр ДП-2 предназначен для измерения уровней радиации гамма-излучения на местности, диапазон измерений разбит на три под диапазона: 1- от 0 до 2 р/ч, 2- от 0 до 20 р/ч, 3-от 0 до 200 р/ч. Измерительный прибор рентгенометр имеет смещенные шкалы, которые переключаются с одного под диапазона на другой поворотом ручки переключателя под диапазонов. Отсчет измеряемых уровней радиации производится непосредственно по шкале измерительного прибора. Питание прибора осуществляется от одного сухого элемента типа 1,6 ПМЦ-У-8, который обеспечивает непрерывную работу прибора в течение 60 часов при температуре 20 °С.

Контроль работоспособности прибора производится с помощью радиоактивного препарата, имеющегося внутри прибора. Для подсвета шкалы прибора при работе в ночное время имеется лампочка.

При подготовке рентгенометра ДП-2 к работе необходимо:

– установить переключатель под диапазонов в положение «Выключено»;

– открыть крышку отсека питания, вставить в отсек элемент 1,6ПМЦ-Г-У-8, подключить его к клеммам, закрыть крышку и закрепить ее винтом;

– установить переключатель под диапазонов в положение контроль нуля и ручкой «установка нуля» совместить стрелку с нулевым делением на шкале;

– установить переключатель под диапазонов в положение «2» и нажать кнопку «Препарат» при этом стрелка прибора должна отклониться от контрольного деления, указанного в паспорте.

При включении прибора для обнаружения радиоактивного заражения сначала устанавливают первый под диапазон 2 р/и. При наличии излучении стрелка прибора должна отклониться и показать измеряемую мощность дозы излучения, т.е. уровень радиации. Если стрелка зашкаливает, то нужно переключить прибор на следующие под диапазоны (20 и 200 р/и) в соответствии с показаниями прибора.

При измерении уровней радиации пешим разведчиком прибор крепится у пояса на высоте 0,7-1 м от земли.

При измерении уровней радиации с автомобиля показания прибора необходимо умножить на коэффициент ослабления излучения корпусом машин, который в среднем равен: для автомобиля - 2, для бронетранспортера - 4, танка - 10. В ходе работы с рентгенометром необходимо в первые полчаса проверять установку «0» через каждые 30 минут.

РАДИОМЕТР-РЕНТГЕНОМЕТР ДП5А

Рис. 10. Радиометр-рентгенометр ДП5А.

Радиометр-рентгенометр ДП5А предназначен для измерения уровней гамма-радиации и радиоактивной зараженности различных предметов по гамма-излучению. Мощность гамма-излучений измеряется в миллирентгенах или рентгенах в час для той точки пространства, в которой помещен при измерениях соответствующий счетчик прибора» Кроме того прибором можно обнаружить бета-излучение. Диапазон измерения прибора но гамма-излучению - от 0,05 м р/и до 200 р/и. Он разбит на шесть поддиапозонов.

Отсчет показаний на I под диапазоне производится по нижней шкале, остальных под диапазонах по верхней шкале с последующим умножением на соответствующий коэффициент под диапазона. Участки шкал от нуля до первой значащей цифры являются нерабочими. Прибор имеет световую индикацию на всех поддиапазонах, кроме первого звуковая индикация прослушивается с помощью головных телефонов.

Измерение гамма-излучений прибором можно производить в интервале температур воздуха от –40 до +50 градусов, погрешность измерений в этом интервале температур не превышает 0,35-0,7 % или градуса. Прибор не имеет обратного хода стрелки микроамперметра при перегрузочных облучениях до 300 р/ч на 1-3 под диапазонах и до 1 р/ч на 4-6 под диапазонах, Питание прибора осуществляется от двух элементов типа 1,6 ПМЦ-Х-1,50КБ-1),обеспечивающих непрерывную работу в нормальных условиях в течении 40 часов. Прибор имеет колодку, позволяющую подключать его к посторонним источникам постоянного тока напряжением 3,6 или 12в. Для работы в темноте шкалы прибора подсвечиваются двумя лампочками, которые питаются от одного элемента типа 1,6 ПМЦ-Х-1,05 (КВ-1). Масса прибора 2,1 кг, а всего комплекта с укладочным ящиком - 7,6 кг. Прибор состоит из измерительного пульта и зонда, соединенного с пультом с помощью гибкого кабеля длиной 1,2 м, телефона, футляра с ремнями контрольно препаратом, удлинительной штанги. Имеются 10 чехлов для зонда (из полиэтиленовой пленки), колодка питания для подключения прибора к внешнему источнику питания с помощью кабеля длиной 10 м, колодка крепится к кожуху прибора вместо крышки отсека питания. Прибор состоит из двух отсеков для пульта и для зонда. В крышке футляра есть окно для наблюдения показаний прибора. С внутренней стороны на крышке изложены правила пользования прибором, таблица допустимых величин заражен-

ности и прикреплён радиоактивный контрольный источник для проверки работоспособности прибора. Контрольный источник закрыт защитной пластинкой, которая должна открываться только при проверке работоспособности прибора.

Для подготовки прибора следует: извлечь измерительный пульт и зонд из футляра, осмотреть их, подключить телефоны: ручку переключателя под диапазон оставить в положение «Выкл.», а ручку «РЕМ» (ремни); повернуть против часовой стрелки до упора, вывернуть пробку, вскрыть отсек питания, и соблюдая полярность, подсоединить источники питания, закрыть и закрепить винтом крышку. При подключении прибора к постороннему источнику питания перемычки на колодке установить в положение, соответствующее величине напряжения источника питания; Вставить в отсек питания колодку, завернуть винты и подключить кабель к источнику питания. Включить прибор, поставив ручку переключателя поддиапазонов в положение «Рем», плавно вращая ручку «Рем» по часовой стрелке, установить стрелку микроамперметра на метку. Вели стрелка прибора не доходит до метки необходимо проверить годность и правильность подключения источников питания. Проверить работоспособность прибора на всех поддиапазонах, кроме первого (200), с помощью радиоактивного источника укрепленного на крышке футляра. Для этого необходимо: открыть радиоактивный источник, вращая защитную пластинку вокруг оси, повернуть экран зонда в положение «Б», установить зонд опорными выступами на крышку Футляра так, чтобы источник находился против окна зонда, подключить телефоны. Затем переводя последовательно переключатель поддиапазоннов в положение «Х1000». «Х100». «Х10». «Х1». «Х0,1», наблюдают за показаниями прибора и прослушивают щелчки в телефонах. Стрелки микроамперметра должна зашкаливаться на 6 и 5 поддиапазонах, отклоняться на 4 поддиапазоне, а на 3 и 2 может не отклоняться из-за недостаточной активности радиоактивного источника сравнять показания прибора с данными, указанными в формуляре при последней проверке градуировки. После этого ручку переключения поддиапазонов оставить в положение «Реж.». Прибор готов к работе.

При радиационной разведке уровня радиации на местности измеряются на 1 поддиапазоне («200») а в пределах от 5 до 200 р/ч и до 5 р/ч - на 2 поддиапазоне («Х100»). При намерении прибор подвешивают на шею на высоте 0,7-1 м от поверхности земли. Зонд прибора

при измерении уровней радиации должен быть в футляре, а экран его установлен в положение «Г». Переключатель поддиапазонов переводят в положение «200» и снимают показания по нижней шкале микроамперметра(0-2Шр/ч). При показаниях прибора меньше «5 р/ч» переключатель поддиапазонов переводят в положение «Х100» и снимают показания по верхней шкале (0-5 мр/ч). Зонд прибора также, как и при первом измерении должен быть уложен в футляр.

Приборы контроля - радиоактивного облучения

К этой группе относятся комплекты индивидуальных дозиметров ДП-22-В и ДП-24. Они предназначены для измерения доз радиоактивного облучения людей при нахождении их на местности, зараженной радиоактивными веществами.

КОМПЛЕКТ ДП-22-В

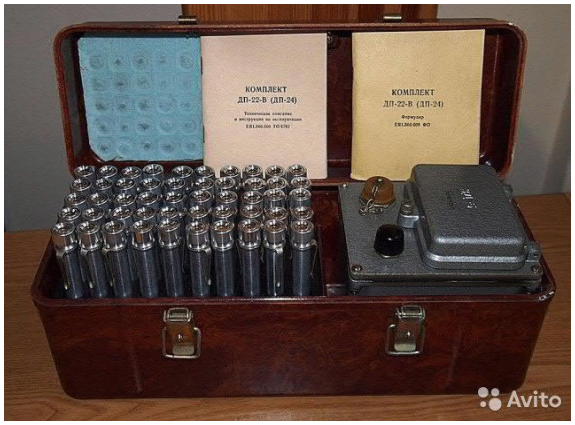


Рис. 11. Комплект ДП-22-В.

Комплект ДП-22-В состоит из зарядного устройства, предназначенного для зарядки дозиметров. Оно состоит из зарядного гнезда, преобразователя напряжения, выпрямителя высокого напряжения, потенциометра, регулятора напряжения, лампочки для подсвета зарядного гнезда, микровыключателя и элемента питания.

На верхней панели ЗД-5 расположены: ручки потенциометра, зарядное гнездо с колпачком и крышка отсека питания.

Питание зарядного устройства осуществляется от двух элементов питания типа 1,6-ПМЦ-У-8. Один комплект питания обеспечива-

ет работу прибора продолжительностью не менее 30 часов при токе потребления 200 мА.

ДОЗИМЕТР ТИПА ДКП-50-А

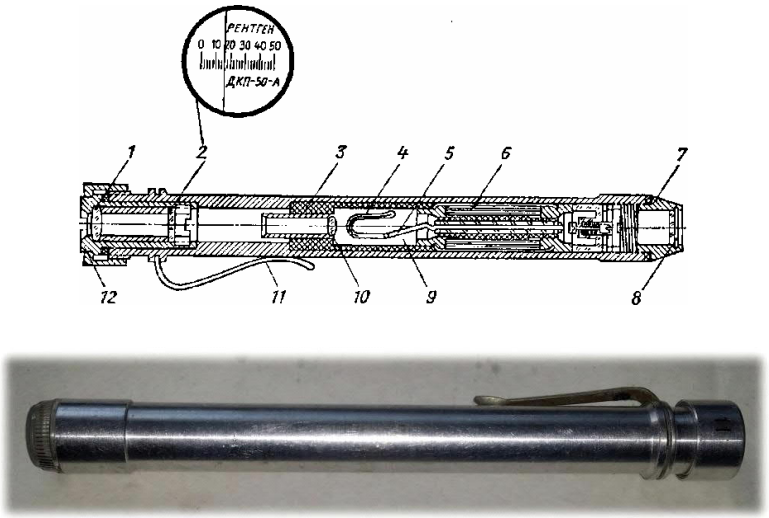


Рис. 12. Дозиметр типа ДКП-50-А

Дозиметр типа ДКП-50-А предназначен для измерения доз облучения. Он представляет собой простейшую, ионизационную камеру, к которой подключен конденсатор. Внешним электродом системы камеры-конденсатор являются дюралевый цилиндрический корпус дозиметра. Внутренний электрод изготовлен из алюминиевой проволоки, к которой на У-образном изгибе прикреплена подвижная платинированная нить. Отчётное устройство представляет собой микроскоп с 90-кратным увеличением, состоящий из окуляра, объектива и шкалы. Шкала имеет 25 делений, цена одного деления соответствует двум рентгенам. На верхний конец дозиметра навинчивается гайка фасонная - на нижний защитная оправа со стеклом. При положении в кармане, дозиметр крепится с помощью держателя.

Принцип действия прямо показывающего дозиметра подобен действию простейшего электроскопа. Когда дозиметр заряжается, то между центральным электродом с платинированной нитью и корпусом камеры создается напряжение. Поскольку нить и центральный электрод соединены друг с другом, они получают одновременно за-

ряд и нить, под влиянием сил электростатического отталкивания отклонится от электрода. При бездействии радиоактивного излучения в камере образуется ионизационный поток, в результате чего заряд дозиметра уменьшается пропорционально дозе облучения и нить движется по шкале. Дозиметр ДИП-50А обеспечивает изменение индивидуальных доз гамма-облучения в диапазоне от 2-х до 50 р/ч при мощности дозы излучения от 0,5 до 200 р/ч. Масса - 5 кг.

ВОЙСКОВОЙ ПРИБОР ХИМИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ ВПХР

Рис. 13. Войсковой прибор химической разведки ВПХР.

Предназначен для обнаружения ОВ в воздухе на местности, технике, транспорте, и различных предметах в полевых условиях. Он состоит из корпуса с крышкой и размещенных в нем ручного насоса, насадки к насосу, бумажных кассете с индикаторными трубками, противодымных фильтров, защитных колпачков, эл. фонаря, грелки с патронами. В комплект прибора также входят штырь, лопаточки, инструкция-памятка по работе с прибором, инструкция-памятка по определению ОВ типа в воздухе. Для переноски прибора имеется плечевой ремень. Масса прибора около 2,2 кг.

Ручной насос служит для покачивания зараженного воздуха через индикаторные трубки. В головке насоса имеется гнездо для установки индикаторной трубки. Индикаторные трубки предназначены для определения ОВ. Они представляют собой запаянные стеклянные трубки, внутри которых помещен наполнитель и стеклянные ампулы с реактивами. Трубки имеют маркировку в виде цветных колец, показывающую какое ОВ может определяться с помощью данной трубки. В комплекте ВПХР имеются три вида индикаторных трубок одним красным кольцом для определения зарин, зоман, V-газов, с одним желтым кольцом - для определения иприт газа, с тремя зелеными кольцами - для определения фосген, дифосген, синильной кислоты и хлорциан. Они уложены в бумажные кассеты по десять индикаторных трубок одинаковой маркировки.

Противодымные фильтры представляют собой пластинки из спецкартона. Их используют для определения ОВ в дыму, малых количеств ОВ в почве и сыпучих материалов, а также при взятии проб дыма.

При определений ОВ в пробах почвы используются защитные колпачки для предохранения внутренней поверхности воронки насадки от заражения ОВ.

Грелка предназначена для нагревания индикаторных трубок в случаи определения ОВ при пониженной температуре ниже +15°С и трубок при температуре ниже 0°С, а также для оттаивания ампул в индикаторных трубках. Определение наличия в воздухе ОВ типа в опасных концентрациях 0,00005-0,1 мг/л и выше производят в следующем порядке:

Порядок работы. Открывают крышку прибора, отодвигают защелку и вынимают насос. Берут две индикаторные трубки с красными кольцами красной точкой надпиливают и обламывают концы трубок. Затем разбивают верхние ампулы обеих трубок, берут трубки за концы с маркировкой и энергично взмахивают 2-3 раза. Вставляют одну из трубок немаркированным концом в насос и прокачивают через нее воздух, сделав 5-6 качаний. Через вторую (контрольную) воздух не прокачивается. После этого, с помощью ампуловскрывателя, обозначенного на рукоятке насоса, красной чертой, разбивают нижние ампулы трубок, встряхивают трубки и наблюдают за изменением окраски их наполнителей. Окрашивание верхнего слоя наполнителя опытной трубки в красный цвет, указывает на наличие ОВ, в желтый - на отсутствие ОВ в опасных концентрациях

Определение этих же ОВ в безопасных концентрациях 5,10-7 мг/л - производится в том же порядке, но делают 30-40 качаний насосом и нижние ампулы разбивают не сразу, а через 2-3 мин. после прососа.

Образование желтой окраски сразу после разбивания указывает на наличие в воздухе веществ кислого характера, в том случае определения следует повториться, с применением противодымного фильтра. Независимо от результатов, производится обследование воздуха с помощью индикаторной трубки с тремя зелеными кольцами. Для этого вскрывают индикаторную трубку с тремя зелеными кольцами, разбивают в ней ампулу, вставляют трубку в насос немаркированным концом и делают 10-15 качаний насосом. Вынув трубку из насоса, сравнивают окраску наполнителя с эталоном, нанесенным на кассете. Затем определяется наличие в воздухе паров. Вскрывают трубку с желтым кольцом вставляют в насос и делают 60 качаний и затем через I минуту сравнивают определение трубки с эталоном. При пониженной температуре применяется грелка.

Таблица 1

Прибор	Назначение	Устройство

Контрольные вопросы:

1. Что такое индивидуальные средства защиты органов дыхания?
2. На какие разновидности они подразделяются?
3. Что такое противогаз? Какие виды противогазов вы знаете?
4. Какой вид противогазов можно использовать при пожаре?
5. От чего защищает противогаз? От чего защитить противогаз не может?
6. Как производится подбор шлем-маски противогаза?
7. Что такое респиратор? Какие виды респираторов вы знаете, как они различаются? От чего защищает каждый тип респиратора?
8. Какие простейшие средства защиты органов дыхания вы знаете?
9. Как изготовить ватно-марлевую повязку?
10. Что относится к средствам коллективной защиты?
11. Как устроено убежище (противорадиационное укрытие, щель)?
12. Какие помещения могут быть приспособлены под убежища, противорадиационные укрытия?
13. Во сколько раз ослабляют действие радиации внутренние (подвальные) помещения одно- и двухэтажных деревянных (каменных) зданий?

14. Во сколько раз открытая (перекрытая) щель уменьшает вероятность поражения ударной волной (световым излучением, проникающей радиацией)?
15. Что собой представляет открытая (перекрытая) щель? Какие у нее размеры?
16. Какие существуют правила поведения в убежищах, укрытиях?
17. В чем сущность ионизационного метода обнаружения радиоактивных веществ и измерения радиоактивных излучений?
18. Как подготовить ДП-5А к работе?
19. Как подготовить ДКП-50А к работе?
20. По какому принципу работает ВПХР?

Практическое занятие № 3. Правила поведения населения в условиях природных чрезвычайных ситуаций

Цель занятия: ознакомиться с потенциальными опасностями природного характера района проживания и общими правилами поведения при их возникновении; совершенствовать навыки безопасного поведения и действий в случае возникновения ЧС природного характера.

Содержание работы:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом.
2. Заполнить таблицу 1 «Действия населения в условиях природных ЧС».
3. Письменно ответить на контрольные вопросы.

Природная чрезвычайная ситуация - это обстановка на определённой территории, сложившаяся в результате опасного природного явления, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

ЧС природного характера - это: землетрясения, извержения вулканов, обвалы, лавины, оползни, ураганы, наводнения, крупные природные пожары и т.д.

Определяется алгоритм действий при ЧС.

1. Получение сигнала.
2. Получение информации.
3. Знание сигналов оповещения.
4. Обращение за помощью.
5. Изготовление простейших средств защиты и спасения.
6. Действия по самоспасению.
7. Оказание помощи окружающим.

Действия при ЧС природного характера

БУРИ И СИЛЬНЫЕ ВЕТРЫ

В а ш и д е й с т в и я:

1. Узнав о приближении бури, плотно закройте и укрепите все двери и окна. На стёкла наклейте крест-накрест полоски пластыря.
2. Приготовьте свечи (может отключиться электричество).
3. Отключите электроприборы и внешнюю телеантенну.
4. Не оставляйте на улице ничего, что может унести ветер.
5. Если приближается ураган, постарайтесь держаться подальше от берега моря, от рек и низин: вас там могут настигнуть поднятые ураганом волны.
6. В деревенском доме переберитесь в наиболее просторную его часть, а лучше всего в подвал.
7. Если ураган застиг вас на возвышенном и открытом месте, ползите в сторону какого-нибудь укрытия (к скалам, к лесозащитной полосе), которое могло бы погасить силу ветра. Но берегитесь падающих сучьев и веток, тем более деревьев.
8. Бывает, что прежде чем вступить в решающую стадию, ураган немного стихает (центр урагана уходит вверх). Не обманитесь и не оставайтесь на месте, потому что ветер скоро возобновится, но с другой стороны.

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ

В а ш и д е й с т в и я:

1. Если землетрясение застигло вас в помещении, постарайтесь как можно скорее покинуть его и оказаться на улице, желательно подальше от зданий. Если же выбраться из дома по каким-то причинам невозможно (обвалилась лестница, завалило вход и т.п.), укройтесь под прочным столом или под кроватью либо в дверном проёме или в углу, образованном капитальными стенами.

2. Держитесь подальше от окон: они могут не выдерживать вибрации и вы поранитесь битыми стёклами.
3. Ни в коем случае нельзя пользоваться лифтами, так как они в любой момент могут выйти из строя.
4. Нельзя пользоваться спичками, свечками и зажигалками, поскольку из-за утечки газа из разрушенных или повреждённых коммуникаций может произойти взрыв.
5. Если землетрясение застало вас на улице, держитесь подальше от домов, линий электропередачи и вообще от всяких непрочных построек, которые могут рухнуть.
6. Не укрывайтесь в подвалах, подземных переходах и тоннелях. Покрытия могут обрушиться и завалить выход или придавить вас.

Помните: после первого толчка могут последовать другие толчки. Они обычно происходят через несколько часов.

ЛЕСНОЙ ПОЖАР

В а ш и д е й с т в и я:

1. Если пожар только начинает разгораться при вас, попытайтесь сбить пламя ветками.
2. Двигайтесь от края к центру горящего места, так, чтобы ветер дул вам в спину, подгребайте за собой угли.
3. Если поймёте, что вам с пожаром не справиться, отступите и идите за помощью. При этом двигайтесь в подветренную сторону, чтобы не оказаться в кольце огня.

Помните, что лесные пожары распространяются с огромной скоростью и легко переходят через широкие реки, озёра, дороги.

4. Уходить от огня следует по диагонали с его дороги в направлении реки или дороги.
5. Относительно безопасными местами являются также вспаханное поле, большой пустырь или каменистая гряда.
6. Следует избегать бурелома: сухие деревья и трава вспыхивают моментально.
7. В мягкой земле можно вырыть яму и укрыться в ней, закрывшись курткой или одеялом, чтобы защититься от жара.
8. Когда фронт огня пройдёт, идите в том направлении, где огонь уже потух.

ЛАВИНА

Чаще всего спуск лавин случается во время оттепелей и после снегопадов.

В а ш и д е й с т в и я:

1. Будьте внимательны к предупреждениям о возможных сходах лавин. Избегайте пересекать рискованные склоны. Если же этого не избежать, то проходите их по одному: остальные члены группы смогут помочь, если склон вдруг начнёт скользить.

2. Будьте внимательны к первым признакам схода лавин - это звуки трескающегося льда, белая пыль, клубящаяся выше по склону горы, катящиеся вниз снежные комья, отдалённый глухой гул.

3. Если вы видите, что находитесь на пути лавины, оцените ситуацию, прежде чем предпринять что-либо. Не бегите от лавины вниз по склону: она может развивать скорость до 30 км/ч.

4. Попытайтесь отбежать с её пути или забраться на высоту (на дерево, скалу или большой камень), чтобы пропустить лавину под собой.

5.Если лавина близко, освобождайтесь от рюкзака, лыж, палок, так как они будут только мешать, когда вы окажетесь под снегом.

6. Если такое всё-таки случится, закройте лицо и старайтесь не дышать, иначе снег набьётся вам в рот и вы задохнётесь.

7. Катясь в снегу, попытайтесь зацепиться за что-нибудь, например, за выступ скалы. Даже если обвал и накроет вас на время, он может пронестись дальше, оставив вас за собой, старайтесь удержаться на её гребне. Барахтайтесь, как умеете, но продвигайтесь к краю, руками отгребая от себя камни.

ПОД СНЕГОМ

В а ш и д е й с т в и я:

1. Соберите все свои силы, чтобы выбраться на поверхность, когда лавина замедлит движение. Потом это сделать будет много труднее, так как снег после остановки обвала быстро твердеет.

2. Отодвиньте обеими руками снег над головой, чтобы создать пространство для дыхания.

3. Попробуйте определить, куда надо двигаться, для этого накопите во рту побольше слюны и сплюньте её сквозь зубы. Если она попадёт вам в нос, вы будете знать, что находитесь вверх ногами.

4. Если вы не можете пробиться наружу, то, ожидая спасателей,

старайтесь экономить кислород: дышите и двигайтесь как можно медленнее.

НАВОДНЕНИЕ

В а ш и д е й с т в и я:

1. Если у вас есть время, то перед тем как покинуть дом, следует выключить газ и электричество, собрать с собой необходимые документы, вещи первой необходимости и небольшой запас продуктов (дня на два-три), медикаменты, перевязочные материалы.

2. Если наводнение застало вас на открытом месте или в лесу, необходимо постараться быстро выйти на возвышенное место, забраться на дерево или попытаться уцепиться за те предметы, которые способны удерживать человека на воде.

3. Если на вашем пути разлившаяся река, проявите максимум осторожности, когда будете переправляться через неё.

4. Прежде всего, поищите более мелкое место для переправы.

5. Приладьте повыше сумку или рюкзак, чтобы не замочить их при переправе; расстегните одну из лямок рюкзака, сумку повесьте за одну ручку, чтобы при необходимости вы быстро от них освободились.

6. Возьмите длинную палку, чтобы измерять глубину.

7. Идите немного под углом против течения, чтобы оно не сносило вас и, главное, не могло сбить; двигаться следует боком вперёд, отрывая ногу от дна только после того, как плотно поставите другую.

8. При движении не переплетайте ноги, чтобы не потерять равновесия.

9. Если вы форсируете реку не в одиночку, а группой, пусть кто-нибудь, взяв один конец верёвки, переберётся со страховкой на берег и закрепит его там, привязав к дереву или большому камню; после этого можно начинать переправу; идти нужно, одной рукой придерживаясь за верёвку, а в другой держа палку.

10. Если вы форсируете реку группой, но у вас нет верёвки, можно обойтись и без неё, двигаясь гуськом и держась за плечи товарища, идущего впереди: шагать можно и одновременно, и поочередно, но главное, каждый должен страховать идущего впереди.

ОПОЛЗЕНЬ, СЕЛЬ

В а ш и д е й с т в и я:

Получив информацию о схождении оползня или сели, необходимо быть готовым к срочной эвакуации:

1. Собрать документы, воду и провиант.

2. Действовать, сообразуясь с угрозой, которая определяется скоростью смещения оползня.

3. При слабой скорости (метры в месяц) поступайте в зависимости от своих возможностей – вывозите мебель, вещи, переносите строения и др.

4. При скорости смещения более 1 м в сутки предпринимайте действия в соответствии с заранее разработанным планом.

5. При срочной эвакуации отключите газовые и электрические приборы, перекройте воду.

При оповещении о быстро надвигающемся оползне, селе действуйте в такой последовательности:

1. Соберите документы и деньги, приготовьте необходимый запас еды, воды и медикаментов (бинт, антисептик, обезболивающие препараты).

2. Отключите все электроприборы, перекройте газ и воду.

3. Плотно закройте окна, двери и вентиляционные отверстия.

4. Укройте от грязи ценное имущество, которое нельзя унести.

5. Поднимайтесь на возвышенность в безопасное место, остерегаясь камней, которые могут вылетать из грязевого потока.

6. В случае опасности не думайте об имуществе, спасайте свою жизнь.

Задание 1. Заполните таблицу.

Природная ЧС	Ваши действия	
	заблаговременные	экстренные
Землетрясение		
Лесной пожар		
Наводнение		
Ураган		
Снежная лавина		
Оползень, сель		

Контрольные вопросы:

1. Назовите способы защиты населения в ЧС природного характера.
2. Дайте определение природным ЧС.
3. Дайте классификацию природных ЧС.

Практическое занятие № 4. Отработка порядка и правил действий при возникновении пожара, пользовании средствами пожаротушения. Основные способы и средства тушения пожаров. Основные огнегасительные вещества

Цель: ознакомиться со способами, средствами и правилами тушения пожаров, устройством и принципами действия первичных средств пожаротушения, научиться применять первичные средства пожаротушения, знать место расположения первичных средств пожаротушения в образовательном учреждении.

Содержание работы:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом.
2. Выполнить задания 1-4 и ответить на вопросы.
3. Практическое использование огнетушителя.

Основные понятия «пожар», «горение», «взрыв»

Пожаром называют неконтролируемое горение, развивающееся во времени и пространстве, опасное для людей и наносящее материальный ущерб. Под *пожарной и взрывной безопасностью понимают систему* организационных и технических средств, направленную на профилактику и ликвидацию пожаров и взрывов.

Пожары на промышленных предприятиях, транспорте и в быту представляют большую опасность для людей и наносят огромный материальный ущерб. Вопросы обеспечения пожарной и взрывной безопасности имеют государственное значение.

Горение - это сложное, быстропротекающее физико-химическое превращение веществ, сопровождающееся выделением тепла и света.

Для протекания процесса горения требуется наличие трех факторов: горючего вещества, окислителя и источника зажигания (импульса). Окислителем чаще всего является кислород воздуха, но его роль могут выполнять и хлор, фтор, бром, йод, оксиды азота и др. Некоторые вещества (например, сжатый ацетилен, хлористый азот, озон) могут взрываться с образованием тепла и пламени. Горение большинства веществ прекращается, когда концентрация кислорода понижается с 21 до 14-18%. Такие вещества, как водород, этилен, ацетилен, горят при содержании кислорода воздуха до 10% и менее.

Источниками зажигания могут служить случайные искры различного происхождения (электрические, возникшие в результате накопления статического электричества, искры от газо- и электросварки и т.д.), нагретые тела, перегрев электрических контактов и др.

Различают полное и неполное горение. Процессы полного горения протекают при избытке кислорода; продуктами их реакции являются вода, диоксиды серы и углерода, т.е. вещества, не способные к дальнейшему окислению. Неполное горение происходит при недостатке кислорода, продуктами реакции в этом случае являются токсичные и горючие (т.е. способные к дальнейшему окислению) вещества, например, оксид углерода, спирты, альдегиды, кетоны и др.

В зависимости от свойств горючей смеси горение бывает гомогенным и гетерогенным. При гомогенном горении горючее вещество и окислитель находятся в одинаковом агрегатном состоянии (например, смесь горючего газа и воздуха), а при гетерогенном - вещества при горении имеют границу раздела (например, горение твердых или жидких веществ в контакте с воздухом).

По скорости распространения пламени различают дефлаграционное (скорость распространения пламени - десятки метров в секунду), взрывное (сотни метров в секунду) и детонационное (тысячи метров в секунду) горение. Для пожаров характерно дефлаграционное горение.

Принято различать бедные и богатые горючие смеси в зависимости от соотношения горючего и окислителя. Бедные смеси содержат в избытке окислитель, а богатые - горючее.

Горение возникает в результате:

• вспышки - быстрого сгорания горючей смеси, не сопровождающееся образованием сжатых газов;

• возгорания - возникновения горения под действием источника зажигания;

• воспламенения - возгорания, сопровождающегося появлением пламени;

• самовозгорания - резкого увеличения скорости экзотермических реакций, приводящего к возникновению горения вещества при отсутствии источника зажигания;

• самовоспламенения - самовозгорания, сопровождающегося появлением пламени.

Взрыв - чрезвычайно быстрое химическое (взрывчатое) превращение, сопровождающееся выделением энергии и образованием сжатых газов, способных производить механическую работу.

При пожаре на людей воздействуют следующие опасные факторы: повышенная температура воздуха или отдельных предметов, открытый огонь и искры, токсичные продукты сгорания (например, угарный газ), дым, пониженное содержание кислорода в воздухе, взрывы и др.

Основные способы пожаротушения, виды огнегасительных веществ

Пожары распространяются в зданиях с огромной скоростью, так, например, в зданиях с коридорной планировкой - до 5 м/мин. Очень опасны с этой точки зрения старые дома с деревянными перекрытиями. Борьба с пожаром в самом начале возгорания наиболее эффективна. В связи с этим исключительно важным является умение правильно применять различные средства пожаротушения, четко и своевременно организовывать тушение пожаров и возгораний на самых начальных стадиях, не поддаваясь панике.

Выбор способов и средств пожаротушения зависит от объекта, характеристики горящих материалов и класса пожара. Вместе с тем при любом пожаре или загорании тушение должно быть направлено на устранение причин его возникновения и создание условий, при которых горение будет невозможным.

Горение - это реакция окисления горючего вещества с выделением тепла, дыма и пламени. Для подавления и ликвидации процесса горения необходимо прекратить подачу в зону горения горючего вещества или окислителя либо уменьшить подвод теплового потока в зону реакции.

Основные способы пожаротушения:

- охлаждение очага горения или горящего материала с помощью веществ (например, воды), обладающих большой теплоемкостью;

- прекращение поступления в зону горения воздуха и горючего вещества, то есть изоляция очага горения от атмосферного воздуха, или снижение концентрации кислорода в воздухе путем подачи в зону горения инертных компонентов. Осуществляется покрытием горящих материалов пеной, войлоком, асбестовым покрывалом, засыпкой песком;

- применение специальных химических средств, тормозящих скорость реакции окисления;

- механический срыв пламени сильной струей газа или воды;

- создание преград для распространения огня.

В настоящее время в качестве средств тушения используют различные виды огнегасящих веществ. К ним относятся: вода, земля, асбестовые одеяла, пена, огнетушащие порошки, инертные разбавители, автоматические огнегасительные установки. В начальной стадии развития пожара нужно использовать первичные (портативные) средства пожаротушения - огнетушители, ведра и емкости с водой, ящики с песком, ломы, топоры, лопаты и т.д.

Песок, покрывая горящую поверхность, прекращает доступ к ней кислорода, препятствует выделению горючих газов и понижает температуру горящего предмета. Сырой песок обладает токопроводящими свойствами, и поэтому его нельзя использовать при тушении предметов, находящихся под электрическим напряжением. Песок не должен содержать посторонних горючих примесей.

Наиболее простым, дешевым и доступным средством тушения пожара всегда являлась вода. Так, для тушения небольших очагов возгорания можно воспользоваться ближайшим водопроводным краном. Применение воды особенно эффективно при тушении твердых горючих материалов: дерева, бумаги, резины, тканей, наиболее часто горящих материалов при пожаре. Также водой хорошо тушить растворяющиеся в ней жидкости - спирты, ацетон.

Вода может подаваться в зону горения в виде компактных сплошных струй или в распыленном виде. Обладая высокой теплоемкостью и теплотой испарения, она оказывает на очаг горения сильное охлаждающее действие. Кроме того, в процессе испарения воды образуется большое количество пара, который изолирует очаг пожара.

Вода при тушении пожаров весьма эффективна, однако использование ее ограничено. Например, тушить водой электроустановки, находящиеся под напряжением, категорически запрещено. В первую очередь это связано с тем, что электропроводность воды достаточно высока и при тушении подобных объектов можно получить электрический удар. Не следует применять воду для тушения бензина, керосина, так как они легче воды, всплывают, процесс горения не прекращается. Также существует ряд материалов, которые плохо

смачиваются. Воду нельзя применять для тушения ряда щелочных металлов, их гидридов, карбидов.

Особенно опасно попадание воды в горящие масляные баки и другие емкости с горящими жидкостями или с плавящимися при нагревании твердыми веществами, так как происходит либо ее бурное вскипание, либо разбрызгивание и выброс горящей жидкости в помещение. В результате увеличивается интенсивность горения и расширяется площадь пожара.

Землю применяют для тушения небольших очагов горения, например: костра, травы и т.д. Землей забрасывают очаг горения, что затрудняет доступ кислорода и прекращает распространение огня.

Асбестовое полотно предназначается для изолирования очага горения от доступа воздуха (рисунок 1). Асбестовое полотно войлок (кошма) размером не менее 1х1 м. В местах ЛВЖ И ГЖ может быть увеличено до 2 х 1,5 м или 2х2 м. Один раз в 3 месяца просушивать и очищать от пыли. Хранить в водонепроницаемом футляре (чехле). Этот метод очень перспективен, но применяется лишь на небольшом очаге горения. Горящий предмет следует быстро накрыть кошмой асбестовым полотном или любой плотной тканью, стремясь лучше изолировать его от доступа воздуха и защитить от огня близко расположенные от очага горения электроустановки, электрооборудование и т.д., на которые огонь может перейти.

Рис. 1. Асбестовое полотно.

Пены являются широко распространенным, эффективным и удобным средством для тушения различных легковоспламеняющихся и

горючих жидкостей. По способу образования пены можно подразделять на химическую, газовая фаза которой получается в результате химической реакции, и газомеханическую (воздушно-механическую), газовая фаза которой образуется за счет принудительной подачи воздуха или иного газа.

При тушении горючих жидкостей в небольших открытых емкостях струю пены необходимо направлять на стенку так, чтобы пена, стекая по стенке, плавно покрывала горящую поверхность. При горении разлитой по полу горючей жидкости тушение следует начинать с краев, постепенно покрывая пеной всю горящую поверхность.

В последнее время для тушения пожаров все более широко применяют огнетушащие порошки. Они служат для тушения твердых веществ, различных горючих жидкостей, газов, металлов, а также установок, находящихся под напряжением. Порошки рекомендуется использовать в начальной стадии пожаров.

Инертные разбавители применяются для объемного тушения. Они снижают концентрацию кислорода и поглощают тепло в зоне горения. К наиболее широко используемым инертным разбавителям относятся азот, двуокись углерода, аргон и их смеси. Недостатками объемного пожаротушения инертными разбавителями являются ограничение размеров защищаемых помещений и опасность поражения людей. Инертные разбавители служат для тушения электрооборудования (рисунок 2).

Рис. 2. Инертные разбавители.

Инертные разбавители не должны применяться для тушения пожаров:

- волокнистых, сыпучих, пористых и других материалов, склонных к самовозгоранию и (или) тлению внутри объема вещества (древесные опилки, хлопок, травяная мука и т. п.);
- химических веществ и их смесей, полимерных материалов, склонных к тлению и горению без доступа воздуха;
- гидридов металлов и порошков металлов (натрий, калий, магний и др.).

Для пожаротушения в помещениях используют автоматические огнегасительные установки. В зависимости от применяемых огнетушащих веществ автоматические стационарные установки подразделяют на водяные, пенные, газовые и порошковые. Наиболее широкое распространение получили установки водяного и пенного тушения двух типов: спринклерные и дренчерные.

Спринклер (спринклерный ороситель) - составляющая системы пожаротушения, оросительная головка, вмонтированная в спринклерную установку (сеть водопроводных труб, в которых постоянно находится вода или воздух под давлением) (рисунок 3). Отверстие спринклера закрыто тепловым замком, рассчитанным на температуру 79, 93, 141 или 182°С. При достижении в помещении температуры определенной величины замок спринклера распаивается, и вода начинает орошать защищаемую зону.

Рис. 3. Сплинкер (сплинкерный ороситель).

Спринклерная установка пожаротушения предназначена для тушения объектов, в которых температура не опускается ниже 0°С (рисунок 4). Принцип действия основан на падении давления в системе. Во время пожара температура в помещении повышается до тех пор, пока термочувствительный элемент в спринклере не разрушится. Термочувствительные элементы в зависимости от температуры разрушения имеют внутри спиртовую жидкость разного цвета. После того как произошло разрушение термочувствительного элемента, вода или водный раствор (раствор пенообразователя в воде) начинает вырываться наружу, давление в системе падает, срабатывает узел управления жидкости, а также запускается насос в насосной станции. Насосные станции - это помещения, в которых расположены насосы и питающий водопровод. Недостатком этой системы является сравнительно большая инерционность - головки вскрываются примерно через 2–3 мин после повышения температуры. Время срабатывания оросителя не должно превышать 300 с для низкотемпературных спринклеров (57 и 68 °С) и 600 с для самых высокотемпературных спринклеров.

Рис. 4. Спринклерная установка пожаротушения.

Спринклерные головки приводят в действие открыванием клапана группового действия, который в обычное время закрыт. Он открывается автоматически или вручную (при этом дается сигнал тревоги). Каждая спринклерная головка орошает 9–12 м^2 площади пола.

Дренчерный ороситель - это составляющая системы пожаротушения, распылитель с открытым выходным отверстием (рисунок 5).

В оросителях дренчерных установок отсутствуют тепловые замки, поэтому такие системы срабатывают при поступлении сигнала от внешних устройств обнаружения очага возгорания - датчиков технологического оборудования, пожарных извещателей, а также от побудительных систем - трубопроводов, заполненных огнетушащим веществом, или тросов с тепловыми замками, предназначенных для автоматического и дистанционного включения дренчерных установок.

Рис. 5. Дренчерный ороситель.

Дренчерная система пожаротушения - это система труб, заполненная водой и оборудованная распылительными головками - дренчерами. В них в отличие от спринкерных головок выходные отверстия для воды (диаметром 8, 10 и 12,7 мм) постоянно открыты. Поэтому при включении дренчерной установки пожаротушения орошается вся площадь помещения. Эти установки предназначены для защиты помещений, в которых возможно очень быстрое распространение пожара. Включение дренчерной системы в действие производится вручную или автоматически по сигналу автоматического извещателя.

Пожарные щиты первичных средств пожаротушения предназначены для концентрации и размещения в определенном месте ручных огнетушителей, немеханизированного пожарного инвентаря и инструмента, применяемого при ликвидации загораний в одноэтажных зданиях, где не предусмотрено противопожарное водоснабжение. Пожарный щит имеет порядковый номер, располагается в доступном месте и окрашивается в красный сигнальный цвет. Допускается установка пожарных щитов в виде навесных шкафов с закрывающи-

мися дверцами, которые позволяют визуально определить вид хранящихся средств пожаротушения и инвентаря. Дверцы должны быть опломбированы и открываться без ключа и больших усилий. Необходимо, чтобы крепление средств пожаротушения и инвентаря обеспечивало быстрое их снятие без специальных приспособлений или инструмента. Количество пожарных щитов на объекте не регламентируется и определяется только спецификой местных условий, а также удобством их пользования и надзора за их содержанием. Пожарный щит должен содержаться в чистоте.

Пожарные щиты содержат следующий инвентарь: лопату, топор, лом, багор, ведро (рисунок 6). При помощи этих инструментов можно открыть запертую дверь в комнату, где произошло возгорание, засыпать небольшой очаг песком или залить водой. Этими инструментами можно отделить горящую часть строения или мебели, предотвратив распространение огня на другие предметы. Пожарный инвентарь должен использоваться только в случае пожара и всегда находиться в хорошем состоянии и строго на своих местах.

Рис. 6. Пожарный щит первичных средств пожаротушения.

Багры применяют для разборки при тушении пожара кровли, перегородок, стен, других элементов конструкций зданий и сооружений. Кроме того баграми растаскивают горящие предметы, материалы и т.п. Багор представляет собой цельнометаллический стержень, на одном конце которого приварен крюк, а на другом – кольцевая ручка. Багор должен иметь длину 2 000 мм, массу 5 кг.

Лом применяют для расчистки места пожара, вскрытия кровли, обрешетки, а также отбивания льда колодцев гидрантов и открывания их люков. Диаметр лома должен составлять 25 мм, длина – 1 100 мм, масса – 4,5 кг.

Багры и ломы проверяют внешним осмотром, при этом обращают внимание на то, чтобы поверхность инструмента была гладкой, без трещин, заусенцев, глубоких раковин, окалин.

Вёдра предназначены для доставки воды и песка к месту пожара. Вместимость пожарных вёдер конусного типа должна быть не менее 0,008 м^3.

Лопатка копальная остроконечная (штыковая) предназначена для копания грунта и забрасывания очага возгорания песком или другим сыпучим несгораемыми материалами.

Топор пожарный предназначен для вскрытия конструкций, расчистки проходов от серьёзных препятствий. Топор, у которого вместо обуха заостренный коней, может быть цельнометаллическим, а также иметь деревянное топорище. Металлические части топоров должны быть надежно насажены на топорище.

Внизу, под пожарным щитом, располагается ящик с песком. Песок применяют для тушения небольших количеств разлитых по полу или земле горящих жидкостей. Он должен быть сухим. Регулярно песок осматривается и при комковании просушивается и просеивается. Специальный металлический ящик для песка окрашивается в красный цвет. Ящик плотно закрывают для предохранения песка от загрязнения и увлажнения. На ящике делают надпись «Песок на случай пожара».

Пожарный рукав (рисунок 7) является одним из обязательных средств тушения пожара и противопожарного оборудования, которым должны оснащаться любые общественные здания. Он представляет собой специальный гибкий трубопровод, предназначенный для транспортировки воды или других огнетушащих составов под высоким давлением к месту пожара или очагу возгорания. Пожарные рукава

имеют свою классификацию, основанную на месте применения этих средств пожаротушения.

Рис. 7. Пожарный рукав.

Пожарный рукав прост в обращении и очень эффективен в борьбе с огнем. В настоящее время выпускается достаточно большое разнообразие пожарных рукавов. В основном они изготавливаются из брезента или синтетической ткани и пропитываются специальным составом.

Пожарный кран - это комплект, состоящий из клапана, установленного на пожарном трубопроводе и оборудованного пожарной соединительной головкой, пожарного рукава (шланга) с ручным стволом, с помощью которого струя воды направляется точно в очаг пожара. Расположение пожарных кранов в помещении образовательных учреждений (и в других организациях) и длина рукавов рассчитываются таким образом, чтобы можно было потушить очаг возгорания в любом помещении. Все элементы комплекта должны находиться в соединенном состоянии.

При подготовке комплекта лучше действовать вдвоем. Необходимо открыть дверцу пожарного комплекта, взять ствол и растянуть рукав на всю длину, избегая закручивания и резких перегибов. По готовности комплекта к тушению второй человек полностью открывает кран.

ОГНЕТУШИТЕЛИ

Огнетушители играют огромную роль при тушении пожара в начальной стадии. Действуя огнетушителем, необходимо приблизиться к огню на безопасное расстояние в несколько метров и, наклонившись, ударить распределителем о твердый предмет. Огнетушитель

хотя и очень эффективен, но работает недолго, поэтому его струю надо сосредоточить на чем-то одном. Поскольку от пламени идет очень сильный жар, то первую, пробную струю нужно направить в пространство перед собой, а уже затем тушить горящие предметы короткими и точными струями, помня о том, что емкости сосуда хватает лишь на несколько минут. Тушить огонь следует в первую очередь для того, чтобы открыть проход отрезанным огнем людям.

Огнетушители - это технические устройства, которые предназначаются для тушения очагов горения в начальной стадии, а также для противопожарной защиты небольших сооружений, машин и механизмов. Огнетушителями по требованию Роспожнадзора должны быть оборудованы все образовательные учреждения и другие организации, склады, офисы. Также они необходимы для обеспечения личной безопасности дома, семьи, близких людей, имущества.

Огнетушители классифицируются по ряду параметров, а именно: объему корпуса, виду пусковых устройств, способу подачи огнетушащего состава, виду огнетушащих средств. *По объему корпуса огнетушители условно подразделяют:*

- на ручные малолитражные с объемом корпуса до 5 л (такой можно возить с собой в машине);
- промышленные ручные с объемом корпуса от 5 до 10 л (для офиса или дома);

стационарные и передвижные с объемом корпуса свыше 10 л (для промышленных предприятий). Корпуса огнетушителей с большим объемом заряда устанавливаются на специальные тележки.

По виду пусковых устройств огнетушители подразделяют на три группы:

- с вентильным затвором;
- запорно-пусковым устройством пистолетного типа;
- пуском от постоянного источника давления.

По способу подачи огнетушащего состава выделяют четыре группы огнетушителей:

- под давлением газов, образующихся в результате химической реакции компонентов заряда;
- давлением газов, подаваемых из специального баллончика, размещенного в корпусе огнетушителя;
- давлением газов, предварительно закачанных непосредственно в корпус огнетушителя;
- собственным давлением огнетушащего вещества.

В соответствии с видом применяемого огнетушащего средства огнетушители могут быть:

- водные;
- пенные (химические, химические воздушно-пенные, воздушно-пенные);
- газовые (углекислотные, аэрозольные - хладоновые, бромхладоновые);
- порошковые.

Наибольшее распространение получили пенные, газовые и порошковые огнетушители. Водные огнетушители (ранней конструкции) применяются только в лесной отрасли и для подразделений разведки пожарной охраны и поэтому здесь рассматриваться не будут. Рассмотрим назначение и устройство некоторых огнетушителей.

Воздушно-пенные огнетушители (ОВП) предназначены для тушения твердых веществ и материалов, загораний тлеющих материалов, горючих жидкостей (масла, керосин, бензин, нефть) на промышленных предприятиях, складах горючих материалов. Данные огнетушители не предназначены для тушения загораний веществ, горение которых может происходить без доступа воздуха (алюминий, магний и их сплавы, натрий и калий), и электрооборудования, находящегося под напряжением. Эти огнетушители должны эксплуатироваться в диапазоне рабочих температур от 5 до 50°С. Промышленность выпускает ручные воздушно-пенные огнетушители типа ОВП-5 и ОВП-10, а также перевозимые на тележках ОВП-50 (рисунок 8).

Рис. 8. Воздушно-пенные огнетушители ОВП-5, ОВП-10, ОВП-50.

Заряжают огнетушители ОВП-5 и ОВП-10 (рисунок 9) в следующем порядке. Готовят раствор пенообразователя при температуре воды 15...20°С, через воронку заливают его в корпус огнетушителя, устанавливают баллон с диоксидом углерода CO2 и пломбируют рычаг.

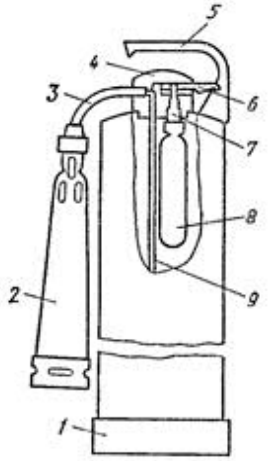


Рис. 9. Огнетушитель воздушно-пенный ОВП-10:
1 – корпус; 2 – пенный насадок; 3 – трубка; 4 – крышка; 5 – рукоятка; 6 – пусковой рычаг; 7 – шток; 8 – баллон со сжатым газом; 9 – сифонная трубка.

Для приведения огнетушителя в действие необходимо снять его с помощью транспортной рукоятки и поднести к месту горения, сорвать пломбу и нажать на рычаг запорно-пускового устройства. При этом игла прокалывает мембрану баллона, и газ по сифонной трубке устремляется в корпус. Пену следует направить на очаг горения. При работе огнетушитель держат в вертикальном положении.

Зимой огнетушители обычно хранят в теплых помещениях. Проверку и зарядку баллонов с CO_2 выполняют на специальных зарядных станциях.

Химические пенные огнетушители (ОХП) предназначены для тушения горящих твердых материалов и горючих жидкостей. Область применения их почти безгранична, за исключением тех случаев, когда огнетушащее средство способствует развитию процесса горения или проводит электрический ток. Категорически запрещается их использование для тушения горящих кабелей и проводов, находящихся под напряжением, а также щелочных материалов.

Химические пенные огнетушители просты по устройству, при правильном содержании надежны в эксплуатации. Механизм образования в огнетушителе химической пены следующий. Заряд огнетуши-

теля двухкомпозиционный: щелочной и кислотный. Щелочная часть представляет собой водный раствор двууглекислой соды (бикарбоната натрия $NaHCO_3$). В щелочной раствор добавляют небольшое количество вспенивателя. Кислотная часть ОХП - смесь серной кислоты H_2SO_4 с сульфатом оксидного железа Fe2(SO4)3 или сульфата алюминия A12(SO4)3. Ее хранят в специальном полиэтиленовом стакане, Щелочной раствор заливают непосредственно в корпус огнетушителя. При соединении щелочной и кислотной частей происходят реакции. Образующийся при этом CO_2 интенсивно вспенивает щелочной раствор и выталкивает его через спрыск наружу. Вспениватель и образующийся при реакции гидроксид железа Fe(OH)3 повышают стойкость пены.

Для приведения огнетушителя ОХП-10 (рисунок 10) в действие поворачивают ручку запорного устройства на 180°, опрокидывают корпус вверх дном, горловиной вниз, выходящую струю пены направляют на очаг горения твердых веществ или, начиная с ближнего края, покрывают пеной поверхность горящей жидкости.

Рис. 10. Огнетушитель химический пенный ОХП-10.

Углекислотные (газовые) огнетушители (ОУ) предназначены для тушения небольших очагов горения веществ, материалов и электроустановок, за исключением веществ, которые горят без доступа кислорода. Углекислотные огнетушители получили наибольшее распространение из-за их универсального применения, компактности и эффективности тушения.

В качестве огнегасительного средства используют CO_2 - бесцветный газ с едва ощутимым запахом, который не горит и не поддерживает горения, обладает диэлектрическими свойствами.

Диоксид углерода в жидком газообразном состоянии, попадая в зону горения, понижает концентрацию (содержание) кислорода, охлаждает горящие предметы, и в результате горение прекращается. С помощью CO_2 приостанавливают горение, как на поверхности, так и в замкнутом объеме. Достаточно 12–15 % содержания CO_2 в окружающей среде, чтобы горение прекратилось.

При эксплуатации углекислотных огнетушителей тщательно наблюдают за утечкой газа. Если обнаружена утечка огнетушителей, они сдаются в ремонт в специализированные мастерские. Для тушения электроустановок и приборов, находящихся под током, а также многих твердых и жидких горючих веществ применяются углекислотные огнетушители типа ОУ-2, ОУ-5 (рисунок 11), ОУ-8.

Рис. 11. Углекислотный огнетушитель ОУ-5.

Огнетушитель углекислотный ручной состоит из металлического баллона, в котором под давлением 170 кг/см^2 находится жидкая углекислота, вентиля с сифонной трубкой и раструба. Вентиль снабжен предохранительной мембраной, разрывающейся при температуре 50°С и при повышении давления в баллоне до 220 кг/см^2.

При приведении огнетушителя в действие раструб направляют на горящий предмет и открывают вентиль. Благодаря мгновенному расширению и резкому понижению температуры до - 55°С жидкая углекислота выбрасывается в виде углекислого снега. Время действия углекислотных огнетушителей 25-60 с, дальность действия - 1,5-3,5 м.

Аэрозольные огнетушители предназначены для тушения загорания небольших очагов легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, твердых веществ, электроустановок, находящихся под напряжением, и различных материалов, кроме щелочных металлов и кислородосодержащих веществ, то есть веществ, которые горят без доступа кислорода.

В аэрозольных огнетушителях в качестве огнетушащего средства применяют парообразующие углеводороды (бромистый этил, хладон, смесь хладонов или смесь бромистого этила с хладоном и др.). В огнетушитель закачного типа нагнетается огнегасительное средство либо огнегасильное вещество и дополнительный (рабочий) газ (например, воздух, азот). Ручные аэрозольные огнетушители имеют рабочие объемы заряда: 0,25; 0,5; 1,0 л. Огнетушители аэрозольного типа просты по устройству, при правильном содержании надежны в эксплуатации. Эти малогабаритные, облегченные огнетушители широко применяются для технического оснащения легкового автотранспорта. Недостаток аэрозольных огнетушителей заключается в том, что при работе с ними надо соблюдать технику безопасности, так как огнетушащие вещества являются нежелательными для вдыхания человеком.

Порошковые огнетушители - это самый популярный вид огнетушителей, их применяют для ликвидации всех типов возгораний. Выпускают три типа порошковых огнетушителей: ручные (переносные), передвижные и стационарные. В качестве огнетушащего вещества используют порошки общего и специального назначения.

Ручной порошковый огнетушитель ОП-5 (рисунок 12) предназначен для тушения небольших загораний на мотоциклах, легковых и грузовых автомобилях, сельскохозяйственной техники. Также он

Рис. 12. Порошковый огнетушитель ОП-5.

эффективен для тушения электроустановок, находящихся под напряжением. Такими огнетушителями рекомендуется оборудовать противопожарные щиты на химических объектах, в гаражах, мастерских, офисах, гостиницах и квартирах. Огнетушитель эффективно работает при температуре от -50 до +50°С.

Принцип действия огнетушителя ОП-5 заключается в следующем. При срабатывании запорно-пускового устройства прокалывается заглушка баллона с рабочим газом (азот, углекислый газ). Газ по трубке подвода поступает в нижнюю часть корпуса огнетушителя и создает избыточное давление. Порошок вытесняется по сифонной трубке в шланг к стволу, Нажимая на курок ствола, можно подавать порошок порциями. Порошок, попадая на горящее вещество, изолирует его от кислорода воздуха.

Чтобы привести в действие огнетушитель ОП-5, необходимо сорвать пломбу, выдернуть чеку. Затем поднять рычаг до отказа, направить ствол-насадку на очаг пожара и нажать на курок; через 5 с приступить к тушению пожара.

К недостатку порошковых огнетушителей можно отнести то, что после использования огнетушителя не всегда удается убрать порошок. Например, при тушении двигателя автомобиля масло, порошок и температура создают такие побочные явления, что восстановить работоспособность двигателя бывает очень трудно.

При хранении огнетушителя и работе с ним ***не допускается:***

- подвергать огнетушитель при хранении воздействию прямых солнечных лучей, атмосферных осадков, агрессивных сред;
- направлять струю огнетушащего вещества в сторону близко стоящих людей;
- хранить огнетушитель вблизи нагревательных приборов;
- использовать огнетушитель не по назначению.

Запрещается:

– эксплуатировать огнетушители при появлении вмятин, вздутий или трещин на корпусе огнетушителя, на запорно-пусковой головке, а также при нарушении герметичности соединений узлов;

– производить любые работы, если в корпусе огнетушителя находится избыточное давление;

– наносить удары по огнетушителю или по источнику вытесняющего газа.

Самосрабатывающие огнетушители и модули пожаротушения. Огнетушители самосрабатывающие предназначены для тушения без участия человека (рисунок 13). Ликвидируют загорания твердых горючих материалов, горючих жидкостей, а также электрооборудования, находящегося под напряжением до 1000 В.

Рис. 13. Самосрабатывающие огнетушители.

Правила пожаротушения, правила поведения во время пожара и правила эвакуации из образовательного учреждения

Основными причинами пожара являются: нарушение правил противопожарной безопасности при обращении с огнем, при пользовании электрическим и газовым оборудованием, хранении и использовании горючих и взрывоопасных материалов; утечки газа, перегрузки и неисправности электросетей.

Требования противопожарной безопасности - это специальные условия социального и технического характера, установленные в целях обеспечения пожарной безопасности законодательством РФ, нормативными документами или уполномоченными государственными органами.

Во время пожара наиболее опасными факторами являются:

- открытый огонь и искры;
- высокая температура воздуха, особенно если воздух влажный;
- токсичные продукты горения;
- пониженная концентрация кислорода;
- обрушивающиеся части конструкций;
- паника.

Правила поведения во время пожара

На случай пожара администрацией образовательного учреждения, предприятия, фирмы для каждого кабинета, помещения, лаборатории, цеха, этажа издания в целом должен быть разработан план, предусматривающий порядок и последовательность действий при тушении огня, конкретных исполнителей, схему эвакуации людей.

По возможности сохраняя спокойствие, следует очень быстро реагировать на пожар, чтобы подавить его в зародыше и не дать распространиться, Помните, что все пожары вначале бывают небольшими - их легко затушить даже стаканом воды.

При пожаре, который явно нельзя потушить собственными силами, старший (назначенный в соответствии с планом, должностью, опытом, инициативой) должен немедленно сообщить о факте пожара. Огонь, с которым нельзя справиться в короткое время, требует работы пожарных. Звонить в МЧС по номеру 01 и вызывать пожарных надо сразу. Необходимо дать четкую информацию: точный адрес, место пожара (помещение, этаж), время загорания, цвет дыма, свою фамилию, номер своего телефона для получения дальнейших уточнений; возможность угрозы для людей. Следует незамедлительно сообщить о пожаре людям, работающим в соседних помещениях, предотвратить панику, помочь организовать эвакуацию персонала и встречу пожарной команды.

***Для предотвращения распространения пожара необходимо*:**

- отключить газ, электричество, выключить вентиляцию;
- закрыть дверцы вытяжных шкафов, все окна и двери, так как доступ свежего воздуха и сквозняк лишь усилят пламя;
- вынести легковоспламеняющиеся вещества и материалы, баллоны с газом; в рабочих помещениях – остановить работающие машины и механизмы, охладить водой легковоспламеняющиеся материалы;
- привести в готовность первичные средства пожаротушения (пожарные рукава от кранов, огнетушители, песок, асбестовое полотно и т. п.) и индивидуальные средства защиты (противогазы, огнестойкие фартуки, костюмы, рукавицы), в случае необходимости применить их.

При тушении пожара надо перекрыть газ, выключить электричество, закрыть огонь куском асбеста, затем убрать от очага пожара легковоспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ), горючие предметы. При необходимости применить средства пожаротушения.

Для тушения ЛВЖ используются песок, огнезащитная ткань, пенные огнетушители типа ОХП или ОВП.

Горящие электроустановки следует сразу отключить. Если это сделать невозможно, применяют неэлектропроводящие огнегасительные средства: песок, огнезащитную ткань, углекислотные огнетушители.

При необходимости вызвать «Скорую помощь», оказать первую помощь пострадавшим.

Первая помощь при пожарах и ожогах заключается в быстром удалении людей из зоны огня, дыма и тушении горящей на человеке одежды.

При этом следует помнить:

♦ при воспламенении одежды пострадавшему нельзя бегать! Надо быстро отойти от очага загорания и попытаться снять или сорвать горящую одежду. Сбивать пламя следует, обернув руку (например, мокрой тканью халата);

♦ если горит большая часть одежды, то потерпевшего нужно немедленно уложить на пол, чтобы не пострадали голова и тело, и обливать водой (порциями не менее 3 л) или поливать из шланга, брандспойта;

♦ чтобы сбить пламя при тушении ЛВЖ, следует использовать огнезащитную ткань (асбест), песок, а затем охлаждать место горения водой. Можно также применять пенный (лучше всего воздушно-пенный) огнетушитель (но не углекислотный!). При этом пострадавший должен закрыть глаза;

♦ до прихода врача или приезда «Скорой помощи» обожженные участки тела охлаждают толстым слоем мокрой ткани, полиэтиленовыми мешочками со снегом или льдом;

♦ не следует смачивать холодной водой участки с ожогами II–IV степени, нельзя использовать раствор перманганата калия, различные масла, жиры, вазелин. Места таких ожогов можно изолировать чистой мягкой тканью, смоченной этиловым спиртом;

♦ с обожженного участка нельзя снимать прилипшие остатки обгоревшей одежды и как-либо иначе очищать его.

После спасения всех людей первая задача - успокоить их. Затем пострадавших перевозят в безопасное место, используя наиболее короткую дорогу.

Если люди застигнуты врасплох огнем или дымом и от этого теряют сознание, то их нужно искать рядом с лестницей, у окон или у других выходов. Дети, испугавшись пожара, могут прятаться в укромных местах, например под столом или кроватью, и почти никогда не отзываются на незнакомые голоса.

До прибытия пожарных надо попытаться предотвратить распространение огня, обливая водой или накрывая мокрым полотенцем наиболее опасные с точки зрения возгорания места.

Потушив источник возгорания, следует проверить, нет ли других очагов. Особое внимание обращать на малопосещаемые помещения.

Модель поведения при эвакуации из горящего здания

При появлении запаха дыма смочите водой любую тряпку, прикройте ею органы дыхания и постарайтесь как можно скорее выбраться из горящего здания. Наденьте на себя максимум одежды, обильно смочите ее водой.

Категорически запрещается пользоваться лифтом - из-за пожара может отключиться электричество, тогда лифт остановится и его пассажиры окажутся в ловушке. Спускайтесь вниз по лестнице, если огнем охвачены верхние этажи. Если огонь внизу, поднимайтесь наверх, пробираться через огонь очень опасно. Если на лестнице сильное задымление, пытайтесь пробраться на крышу и там ожидайте МЧС. Если находитесь на нижних этажах, можно выбраться через окно или балкон.

Если воспользоваться лестницей невозможно, а огонь приближается, то откройте окно, сбросьте вниз матрасы, ковры, подушки - все, что может смягчить падение. Попытайтесь уменьшить высоту прыжка, воспользовавшись связанными в виде веревки занавесками, простынями.

Модели поведения при небольшом пожаре

Возгорание необходимо начать тушить как можно раньше, при ликвидации небольшого пожара важна каждая секунда. Чаще всего в доме пожары начинаются на кухне. На очаг возгорания нужно скорее накинуть смоченное водой одеяло, пальто, постельное белье - любую не синтетическую накидку, которая окажется у вас под рукой. Надо перекрыть доступ кислорода к очагу возгорания. Если загорелись занавески, то огонь можно сбить мокрой или обмотанной

мокрой тряпкой шваброй, метлой. Сбив пламя, следует сразу же залить очаг возгорания водой. Смочите водой любую тряпку и прикройте ею органы дыхания, так как вдыхать дым очень опасно. После ликвидации возгорания вынесите дымящиеся вещи на улицу.

В квартирах пожары в основном происходят из-за возгорания домашних бытовых приборов, прежде всего компьютеров и телевизоров. Короткое замыкание внутри корпуса компьютера или телевизора может привести к пожару, особенно если корпус сильно запылен. Пыль - отличный проводник электричества. Поэтому чаще протирайте пыль, не храните на системном блоке газеты, книги или бумаги.

Если произошло возгорание, то первым делом выключите прибор из сети. При горении компьютера или телевизора выделяется ядовитый дым, поэтому накиньте на прибор пальто или одеяло, чтобы перекрыть доступ воздуха к очагу возгорания и не отравиться дымом. Категорически запрещается заливать компьютер или телевизор водой, вас может ударить током.

Если загорелась мебель, то заливайте ее водой. Современную мебель обычно делают из синтетических материалов, в результате она легко загорается и очень токсична при горении, поэтому при тушении надо соблюдать большую осторожность. Если огонь разгорелся, то срочно покиньте квартиру и вызовите МЧС.

Возгорание сковороды происходит из-за слишком большого количества жира в ней. Если это случилось, то накройте сковороду мокрым полотенцем или крышкой. Ни в коем случае не заливайте огонь водой - раскаленный жир может выплеснуться на вас и привести к сильным ожогам. Не пользуйтесь для тушения пожара деревянной разделочной доской - она может загореться.

Задание 1. Изучите основные способы пожаротушения, различные виды огнегасительных веществ и устно ответьте на вопросы.

1. Каковы основные способы пожаротушения?
2. В каких случаях воду нельзя использовать в качестве средства тушения пожара?
3. Можно ли использовать сырой песок для тушения электроустановок? Почему?
4. Как различают пены по способу их образования?
5. Что относится к первичным средствам пожаротушения?
6. Что представляет собой спринклерная система пожаротушения?

7. Что такое дренчерная система пожаротушения?
8. Что такое пожарные щиты? Как определяется необходимое для организации количество пожарных щитов?
9. Какой инвентарь находится на пожарном щите?
10. Что такое пожарный рукав?

Задание 2. Для понятий из столбца 1 подберите определения из столбца 2 или продолжите фразу. При выполнении данного задания необходимо использовать теоретический материал.

Таблица

Что называют пожаром?	Огнетушители, ведра и емкости с водой, ящики с песком, ломы, топоры, лопаты и т. д.
1	2
Горение – это	специальный гибкий трубопровод, предназначенный для транспортировки воды или других огнетушащих составов под высоким давлением к месту пожара или очагу возгорания
Основные способы пожаротушения:	прекращает доступ к горящей поверхности кислорода, покрывая ее, препятствует выделению горючих газов и понижает температуру горящего предмета. В сыром состоянии обладает токопроводящими свойствами, и поэтому его нельзя использовать при тушении предметов, находящихся под электрическим напряжением
Дренчерный ороситель –	широко распространенным, эффективным и удобным средством для тушения различных легковоспламеняющихся и горючих жидкостей. По способу образования можно подразделять на химическую и газомеханическую (воздушно-механическую)
Спринклерный ороситель –	предназначен для концентрации и размещения в определенном месте ручных огнетушителей, немеханизированного пожарного инвентаря и инструмента, применяемого при ликвидации загораний на объектах, в складских помещениях и на строительных площадках

Продолжение таблицы

1	2
В начальной стадии развития пожара можно использовать первичные (портативные) средства пожаротушения –	неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства
Пены являются:	составляющая системы пожаротушения, распылитель с открытым выходным отверстием. в оросителях отсутствуют тепловые замки, поэтому такие системы срабатывают при поступлении сигнала от внешних устройств обнаружения очага возгорания - датчиков технологического оборудования, пожарных извещателей, а также от побудительных систем-трубопроводов, заполненных огнетушащим веществом, или тросов с тепловыми замками
Вода является – это	реакция окисления горючего вещества с выделением тепла, дыма и пламени
Песок –	охлаждение очага горения или горящего материала с помощью веществ (например, воды), обладающих большой теплоемкостью; прекращение поступления в зону горения воздуха и горючего вещества, то есть изоляция очага горения от атмосферного воздуха или снижение концентрации кислорода в воздухе путем подачи в зону горения инертных компонентов, осуществляется покрытием горящих материалов пеной, войлоком, асбестовым покрывалом, засыпкой песком; применение специальных химических средств, тормозящих скорость реакции окисления; механический срыв пламени сильной струей газа или воды; создание преград для распространения огня

Продолжение таблицы

1	2
Пожарный щит первичных средств пожаротушения – это	составляющая системы пожаротушения, оросительная головка, вмонтированная в специальную установку (сеть водопроводных труб, в которых постоянно находится вода или воздух под давлением). Отверстие закрыто тепловым замком, рассчитанным на температуру 79, 93, 141 или 182 °С. при достижении в помещении температуры определенной величины замок распаивается, и вода начинает орошать защищаемую зону
Пожарный рукав представляет собой	наиболее простым, дешевым и доступным средством тушения пожара. Она может подаваться в зону горения в виде компактных сплошных струй или в распыленном виде
Огнетушители –	с вентильным затвором; с запорно-пусковым устройством пистолетного типа; с пуском от постоянного источника давления
Воздушно-пенные огнетушители –	подвергать огнетушитель при хранении воздействию прямых солнечных лучей, атмосферных осадков, агрессивных сред; направлять струю огнетушащего вещества в сторону близко стоящих людей; хранить огнетушитель вблизи нагревательных приборов; использовать огнетушитель не по назначению
Химические пенные огнетушители	ввиду небольшой продолжительности работы приводить в действие непосредственно возле очага горения, огнегасительную струю направлять на участки повышенного горения, сбивая пламя вверх и стремясь быстро и равномерно покрыть огнетушащим веществом большую площадь горения

Продолжение таблицы

1	2
Углекислотные (газовые) огнетушители –	предназначены для тушения возгорания твердых, жидких и газообразных веществ, возможно их применение для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 в. рекомендуется оборудовать ими легковые и грузовые автомобили, сельскохозяйственную технику, противопожарные щиты на химических объектах, в гаражах, мастерских, офисах, гостиницах и квартирах
Порошковые огнетушители	предназначены для тушения небольших очагов горения веществ, материалов и электроустановок, за исключением веществ, которые горят без доступа кислорода. Они получили наибольшее распространение из-за их универсального применения, компактности и эффективности тушения

Задание 3. Изучите назначение, классификацию, устройство и принцип действия первичных средств тушения пожаров, ответьте на вопросы.

1. Что такое огнетушитель?
2. Как классифицируются огнетушители по объему корпуса?
3. Как классифицируются огнетушители по виду пусковых устройств?
4. Как классифицируются огнетушители по способу подачи огнетушащего состава?
5. Как классифицируются огнетушители по виду огнетушащего средства?
6. Для чего предназначены воздушно-пенные огнетушители?
7. Для чего предназначены химические пенные огнетушители?
8. Можно ли использовать углекислотные огнетушители для тушения электроустановок?
9. Можно ли использовать аэрозольные огнетушители для тушения электроустановок?
10. Какими огнетушителями рекомендуется оборудовать легковые и грузовые автомобили?
11. В чем недостаток порошковых огнетушителей?
12. Что запрещается при эксплуатации огнетушителей?
13. Что не допускается при работе с огнетушителями?

Задание 4. Изучите правила пожаротушения, правила поведения во время пожара и правила эвакуации из образовательного учреждения, устно ответьте на вопросы:

1. Что разрабатывается администрацией предприятий на случай возникновения пожара?
2. Каковы действия людей в случае возникновения пожара, который не может быть ликвидирован собственными силами?
3. Как оказать первую помощи при пожаре?
4. Что делать при воспламенении одежды пострадавшего?
5. В чем состоит первая помощь при ожогах?
6. Как правильно себя вести при эвакуации из горящего здания?

Практическое использование огнетушителя

Задание. *Сымитировать тушение модельного очага возгорания порошковым огнетушителем ОП-3.*

Для приведения в действие ручных порошковых огнетушителей необходимо:

1) поднести огнетушитель к очагу пожара, встряхнуть его;

2) выдернуть клин или чеку, резко до упора нажать рукой на пробойник (кнопка с иглой) и отпустить его. Время выдержки огнетушителя от момента нажатия на пробойник до начала подачи огнетушащего порошка должно быть не менее 3-5 сек.;

3) нажать рычаг запуска и направить струю порошка в огонь, учитывая при этом направление ветра. Для прекращения подачи струи порошка достаточно отпустить рычаг.

Допускается многократное пользование и прерывистое действие.

Струю огнетушащего порошка направлять под углом 20-30°С к горящей поверхности.

Практическое занятие 5. Основные способы защиты персонала, объектов экономики и населения. Рациональное размещение объектов экономики с позиции их безопасности. Восстановление утраченной устойчивости функционирования объекта экономики

Цель: ознакомиться с основными способами защиты персонала объектов экономики, с безопасным размещением объектов экономи-

ки и с методами восстановления устойчивости функционирования объектов экономики.

Содержание работы:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом.
2. Письменно ответить на контрольные вопросы.
3. Заполнить таблицу 1 «Направления по повышению устойчивости функционирования объекта экономики».

Основные способы защиты персонала, объектов экономики и населения

Объектом экономики называется субъект хозяйственной деятельности, производящий экономический продукт или выполняющий различного рода услуги. Экономический продукт может быть представлен в материально-вещественной или информационной (интеллектуальной) форме.

Примерами объектов экономики являются различного рода промышленные, энергетические, транспортные, сельскохозяйственные объекты, научно-исследовательские, проектно-конструкторские, социальные учреждения.

Под *устойчивостью объектов экономики* в условиях ЧС следует понимать их способность:

– противостоять воздействию негативных факторов ЧС;

– выполнять свои функции в условиях ЧС;

– восстанавливать свою деятельность в кратчайшие сроки после ликвидации ЧС.

На устойчивость объектов в условиях ЧС влияет множество факторов:

– район расположения объекта;

– генеральная застройка предприятия;

– вид и система энергоснабжения;

– применяемые в производственном процессе вещества, материалы, технологические схемы;

– наличие в структуре вспомогательных, ремонтных, строительных и других подсобных служб и подразделений;

– производственные связи объекта;

– способы и методы управления предприятием и др.

При чрезвычайных ситуациях всевозможные предприятия, попавшие в их зону, зачастую полностью или частично теряют способность производить продукцию, выполнять другие свои функции и возникает необходимость в повышении устойчивости функционирования объекта.

Повышение устойчивости функционирования объектов экономики достигается главным образом за счет проведения организационно-технических мероприятий, которым всегда предшествует оценка (исследование) устойчивости функционирования конкретного объекта экономики. Первоначальное осуществление оценок (исследований) по обеспечению устойчивости функционирования объекта производится при его *проектировании* соответствующими службами на стадии технических, экономических, экологических и иных видов экспертиз. Оценка устойчивости функционирования объекта проводится также при реконструкции объекта, его расширении и модернизации. Таким образом, исследование устойчивости – это не одноразовое действие, а длительный, динамичный процесс, требующий постоянного внимания со стороны руководства и технического персонала объекта экономики. На основе проведенных оценок разрабатывают мероприятия по повышению устойчивости и подготовке объекта к восстановлению после чрезвычайной ситуации.

Повышение устойчивости предприятий к ЧС осуществляется за счет выполнения ряда мероприятий по следующим пяти направлениям:

первое направление – обеспечение защиты и жизнедеятельности рабочих и служащих в условиях ЧС, в которое входит:

1) обеспечение оповещения производственного персонала (ПП) за счет установки сирен, громкоговорителей в цехах и на участках, оборудования локальной (внутри предприятия) системы оповещения, пунктов управления передвижными средствами оповещения и связи и др.;

2) создание укрытия ПП в защитных сооружениях;

3) организация экстренной эвакуации и рассредоточения ПП и членов семей за счет реализации плана эвакуации, предварительного освоения маршрутов эвакуации и районов рассредоточения, совершенствования инфраструктуры пунктов временного и длительного проживания эвакуированных (защита водоисточников, оборудование столовых, медпунктов, радиоузлов, туалетов и пр.), составления графиков движения транспорта для перевозки ПП на работу и обратно, обучения членов эвакокомиссий и персонала эвакуационных пунктов действиям во время эвакуации;

4) снабжение ПП средствами индивидуальной защиты, приборами контроля радиационного, химического и бактериологического (РХБ) заражения, а также создание условий для быстрой выдачи их ПП по мере необходимости;

5) подготовка невоенизированных формирований к проведению спасательных и других неотложных работ за счет укомплектования личным составом, оснащения средствами индивидуальной защиты и приборами контроля РХБ заражения, обеспечения спецтехникой и аварийно-спасательным инструментом, укомплектования средствами связи ближнего и среднего радиусов действия, обучения правилам проведения аварийно-спасательных работ в условиях ЧС;

6) подготовка предприятия к деятельности в условиях ЧС, включающая разработку режимов функционирования цехов, участков, отделов и служб, устройство душевых и обмывочных пунктов, обеспечение оборудованием и механизмами для дегазации и дезактивации техники, зданий, сооружений, обучение личного состава спецформирований правилам санитарной обработки людей, дегазации и дезактивации техники, зданий и сооружений;

7) защита источников воды, систем водоснабжения и продовольствия от РХБ заражения путем изготовления герметичных емкостей для воды и тары для продовольствия, герметизации водоразборных устройств, устройства артезианских скважин;

8) организация оповещения и информации населения о чрезвычайных событиях, авариях, обеспечение взаимодействия работы ЖЭК в ведомственных жилых домах со службами милиции, ГО и эвакуационных органов;

9) выполнение программ обучения ПП правилам действий в условиях ЧС;

второе направление – обеспечение защиты основных производственных фондов, включающее:

1) выполнение профилактических мероприятий (противопожарных, противовзрывных, противоураганных, противопаводковых, от землетрясений, ливней и других бедствий);

2) обеспечение устойчивости системы:

– энергоснабжения за счет устройства запасного ввода электроэнергии, кольцевания системы питания, подземной кабельной силовой электросети, а также обучения оперативно-дежурного персонала действиям в условиях ЧС;

– водоснабжения (устройство дублирования водопитания, кольцевание системы, заглубление водопроводов, обустройство резервных емкостей и водохранилищ, очистка воды от вредных веществ);

– теплоснабжения за счет запасных автономных источников теплоснабжения, кольцевания системы, заглубления теплотрасс, обучения оперативно-дежурного персонала действиям в условиях ЧС и др.;

– газоснабжения, включающее защиту газопроводов от воздействия разрушительных факторов, оснащение их системами автоматического перекрытия и сигнализации, обучение оперативно-дежурного персонала действиям в условиях ЧС;

3) организацию возможной защиты оборудования и инструментария от воздействия взрывов, пожаров, разрушений строительных конструкций; обустройство защищенных помещений для сохранения материальных ценностей;

4) осуществление защиты материальных ресурсов за счет организации хранения страхового фонда материальных ресурсов вне зон возможных разрушений, затоплений, пожаров; хранения огнеопасного сырья и продукции в несгораемых или трудносгораемых помещениях; разработки графика обеспечения производства пожароопасным, сгораемым сырьем и комплектующими изделиями не более двухсуточной потребности;

третье направление – заблаговременная подготовка производства к устойчивой работе в условиях ЧС, к этому направлению относятся:

1) подготовка технологических процессов к производству в условиях ЧС (упрощенные технологии, сбережение технической документации);

2) замена в производстве пожаро- и химически опасных веществ на безопасные, в том числе: исключение из технологических процессов огне- и химически опасных веществ и материалов, предотвращение разлива огне- и химически опасных веществ на рабочих местах, оборудование складов с горючими жидкостями аварийными сбросами в безопасных местах, обваловка емкостей с горючими и химически опасными веществами в расчете на удержание полного объема хранящихся в них жидкостей;

3) предотвращение возможности возникновения крупных массовых пожаров за счет устройства противопожарных разрывов, перегородок, отсеков и других строительных мероприятий; размещения в

пожароопасных помещениях автоматических установок пожаротушения; покрытия огнезащитной краской или обмазкой деревянных конструкций; оснащения предприятия средствами пожаротушения в соответствии с нормами; хранения горючих газов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей на территории предприятия в количествах, установленных нормами безопасности;

4) обеспечение высокой готовности команд пожаротушения за счет укомплектования личным составом, обучения состава команд действиям в условиях ЧС, снабжения средствами и техникой пожаротушения, организации взаимодействия с городскими пожарными формированиями;

5) осуществление мер безопасности на химически опасных объектах предприятия, в том числе оснащение объекта контрольными и сигнальными приборами; системой локального оповещения ПП, соседних предприятий, жителей близлежащих кварталов; снабжение средствами индивидуальной защиты ПП; устройство защитного сооружения для ПП с тремя режимами вентиляции, а также обучение ПП мерам безопасности и ликвидации аварий;

6) выполнение мероприятий по повышению устойчивости работы служебного транспорта, включающих обеспечение транспортных служб запасом горючих и нейтрализующих средств для дезактивации и дегазации; обустройство дополнительных пунктов мойки машин; оснащение автотранспорта средствами сигнализации и указателями для работы в условиях светомаскировки;

7) обеспечение безаварийной остановки технологического оборудования при возникновении ЧС или подаче сигналов и команд, предусматривающее разработку инструкций, режимов пониженной нагрузки, обучение персонала действиям по безопасной остановке оборудования, защиту ПП, обслуживающего оборудование непрерывного цикла;

8) организация бесперебойной работы оборудования в условиях ЧС, включающее мероприятия по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, укомплектованию инструментом и запасными частями;

9) медицинское обеспечение ПП, предусматривающее плановое и страховое обеспечение медицинскими препаратами, средствами, помещениями, персоналом профессиональных работников и помощников из числа ПП;

10) организация питания на производстве и в эвакуационных пунктах временного и длительного проживания, заключающаяся в планировании и обеспечении ПП и членов их семей продовольствием и необходимыми предметами для питания;

четвертое направление – подготовка предприятия к проведению спасательных и ремонтно-восстановительных работ, сюда относятся:

1) разработка проекта восстановления предприятия (зданий и сооружений, технологического оборудования, инженерных сетей и коммуникаций);

2) мероприятия по надежному хранению материалов, инструмента, техники, проектной и технологической документации, используемых для ремонтно-восстановительных работ;

3) обеспечение высокой готовности спасательных и аварийно-технических формирований за счет укомплектования личного состава, обучения и тренировок, разработки плана экстренного оповещения и сбора личного состава и др.;

4) разработка плана проведения спасательных работ на различных объектах предприятия при воздействии поражающих факторов всех видов;

пятое направление – подготовка системы управления предприятия к функционированию в условиях ЧС, оно включает:

1) разработку схемы управления производством, спасательными и ремонтно-восстановительными работами в условиях ЧС;

2) обеспечение основного и загородного пунктов управления необходимыми средствами управления, оповещения и связи;

3) создание планов взаимодействия в условиях ЧС руководства предприятия и объектовой комиссии по ГО и ЧС (КЧС) с управлением ГОЧС города, управлением ГОЧС района, где находятся эвакуационные пункты, с полком ГО, органами исполнительной власти, соседними предприятиями;

4) подготовку органов управления к переходу производства в режим ЧС, в том числе разработку планов перехода предприятия на режим работы в ЧС, списков дублеров (первых заместителей) руководящего состава предприятия, планов обучения работников органов управления по действиям в условиях ЧС и т.п.

Указанные по направлениям мероприятия составляют содержательную часть плана повышения устойчивости предприятия.

В целях обеспечения устойчивого функционирования объектов экономики в условиях чрезвычайных ситуаций можно сформулировать следующие принципы организационно-экономического характера:

• повышение экономической ответственности за обеспечение должного уровня устойчивости функционирования;

• стимулирование работ по повышению уровня безопасности за счет льготного налогообложения, льготного кредитования, частичного бюджетного финансирования мер по повышению устойчивости функционирования производств, особо важных для государства;

• резервирование финансовых и материальных ресурсов на случай чрезвычайных ситуаций и для восстановления нарушенного производства;

• проектирование и строительство сооружений с жестким каркасом (металлическим или железобетонным), что способствует снижению степени разрушения несущих конструкций при землетрясениях, ураганах, взрывах и других бедствиях;

• применение при строительстве каркасных зданий облегченных конструкций стенового заполнения и увеличение световых проемов путем использования стекла, легких панелей из пластиков и других легко разрушающихся материалов. Эти материалы и панели при разрушении уменьшают воздействие ударной волны на сооружение, а их обломки наносят меньший ущерб оборудованию. Эффективным является крепление к колоннам сооружений на шарнирах легких панелей, которые под воздействием динамических нагрузок поворачиваются, значительно снижая воздействие ударной волны на несущие конструкции сооружений;

• использование легких, огнестойких кровельных материалов, облегченных междуэтажных перекрытий и лестничных маршей при реконструкции существующих промышленных сооружений и новом строительстве. Обрушение этих конструкций и материалов приносит меньший вред оборудованию по сравнению с тяжелыми железобетонными перекрытиями, кровельными и другими конструкциями;

• дополнительное крепление воздушных линий связи и электропередачи, наружных трубопроводов на высоких эстакадах в целях защиты от повреждений при ураганах, взрывах и наводнениях, а также скоростном напоре воздушной ударной волны и гидроволны прорыва;

• установка в наиболее ответственных сооружениях дополнительных опор для уменьшения пролетов, усиление наиболее слабых узлов и отдельных элементов несущих конструкций, применение бетонных или металлических поясов, увеличивающих жесткость конструкций;

• повышение устойчивости оборудования путем усиления его наиболее слабых элементов, прочное закрепление на фундаментах станков, установок и другого оборудования, имеющего большую высоту и малую площадь опоры. Устройство растяжек и дополнительных опор повышает их устойчивость на опрокидывание;

• рациональная компоновка технологического оборудования при разработке планировочного проекта предприятия для исключения его повреждения обломками разрушающихся конструкций. Некоторые виды технологического оборудования размещают вне здания, например на открытой площадке территории объекта под навесами, что исключает разрушение его обломками ограждающих конструкций. Особо ценное и уникальное оборудование целесообразно размещать в зданиях с повышенными прочностными характеристиками (наличие жесткого каркаса, пониженная высотность), в заглубленных, подземных или специально построенных помещениях повышенной прочности или, наоборот, в зданиях, имеющих облегченные и трудновозгораемые конструкции, обрушение которых не приведет к разрушению этого оборудования. Тяжелое оборудование размещают, как правило, на нижних этажах производственных зданий;

• углубление или надежное укрепление емкостей для хранения химических веществ и производства технологических операций, а также устройство автоматических отключателей на системах подачи ХОВ;

• осуществление сейсмостойкого строительства в сейсмоопасных районах, а также сейсмоукрепление на этих территориях зданий и сооружений, построенных без учета сейсмичности.

Совокупность организационно-экономических мер по повышению устойчивости функционирования объекта экономики может существенно повлиять на поддержание высокого уровня работоспособности объекта в условиях чрезвычайных ситуаций.

Рациональное размещение объектов экономики с позиции их безопасности

Эффективной мерой, способствующей устойчивому функционированию объектов экономики, является их рациональное размещение. Рациональное размещение производительных сил и поселений по тер-

ритории страны с точки зрения природной и техногенной безопасности, в том числе устойчивости функционирования объектов экономики, представляют собой меры по распределению и перераспределению на территории страны мест размещения ОЭ, хозяйственной инфраструктуры и населенных пунктов по критериям безопасности этих объектов и населения от ЧС природного и техногенного характера. Важной частью этой работы является рациональное размещение потенциально опасных объектов и мест утилизации отходов. Рациональное размещение ОЭ на территории страны осуществляется в процессе разработки прогнозов социально-экономического развития, а также схем развития регионов.

Обеспечение рационального размещения объектов экономики по территории страны с точки зрения природной и техногенной безопасности достигается путем комплексного учета социально-экономических факторов, специальных требований, норм и правил по вопросам предотвращения ЧС (снижение риска их возникновения) и уменьшения в определенных пределах возможных потерь и ущерба от них (смягчение их последствий).

Для этого целесообразно предусматривать:

– максимально возможное рассредоточение производительных сил на территории страны с учетом рационального размещения производства важнейшей промышленной продукции в отдельных экономических районах;

– дальнейшее наращивание экономического потенциала районов страны, имеющих собственные энергетические и природные ресурсы, но низкий уровень концентрации ОЭ;

– ограничение строительства новых и модернизация существующих ОЭ в районах, имеющих наиболее острый дефицит собственных энергетических и природных ресурсов;

– совершенствование и повышение надежности межрегиональных и межотраслевых хозяйственных связей;

– комплексное развитие экономики субъектов РФ, обеспечивающее максимальное использование местных ресурсов и производственных мощностей;

– ограничение развития отраслей и производств, экстенсивно использующих ресурсный потенциал территории или базирующихся на использовании дефицитных для региона ресурсов, а также производств, основанных преимущественно на внешних ресурсных поставках;

– расширение производства продукции (услуг) массового внутрирегионального потребления на базе ресурсного и производственного потенциала территории;

– приближение перерабатывающих (обрабатывающих) производств к источникам сырья;

– полнота и комплексность использования природных ресурсов территории, повышение глубины их переработки и снижение сырьевой составляющей в региональном вывозе;

– развитие экономически перспективных малых и средних городов, поселков городского типа и крупных сельских населенных пунктов с размещением в них небольших предприятий (организаций), а также филиалов и специализированных цехов крупных предприятий, действующих в больших городах;

– постепенный вывод из городов предприятий, баз и складов, перерабатывающих или хранящих значительные количества ОХВ, взрывоопасных, легковоспламеняющихся и других опасных веществ, а также сортировочных железнодорожных станций и узлов;

– размещение новых производств вне зон природной и техногенной опасности, вывод старых производств и поселений из этих мест.

Для успешной работы по рациональному размещению. Необходимо иметь достоверное зонирование всей территории страны по критериям природного и техногенного рисков.

Восстановление утраченной устойчивости функционирования объектов экономики

Несмотря на меры, принимаемые по подготовке объектов экономики к устойчивому функционированию, аварии на них или воздействие стихийных бедствий и других аварий извне приводят, как правило, к нарушению на этом ОЭ производства или выполнению других его целевых функций. В результате приходится принимать меры по восстановлению утраченной устойчивости функционирования. Кроме того, при крупномасштабных чрезвычайных ситуациях после аварийно-спасательных и других неотложных работ в ряде случаев остаются не устраненными их долговременные последствия. В качестве таких последствий могут быть значительные разрушения объектов производственного и социального назначения (при землетрясениях, массовых пожарах, сильных взрывах), загрязнения радиоактивными веществами обширных территорий при радиационных авариях,

загрязнения иного характера, значительно усугубляющие экологическую обстановку (нефтью, нефтепродуктами, стойкими ОХВ, диоксинами), изменения ландшафта вследствие землетрясений, оползней, селей, карстовых явлений, наводнений и др. Эти последствия не позволяют оперативно восстановить прежний уровень жизнедеятельности на пострадавшем объекте, возобновить его функционирование. Требуются восстановительные работы, а в начале - подготовка к ним.

Основными задачами подготовки к восстановлению функционирования объекта являются:

– анализ и оценка разрушений и объемов восстановительных работ в целях возобновления функционирования объекта экономики, принятие решения о целесообразности восстановления и восстановлении;

– задействование в интересах восстановления резервных фондов материальных и финансовых ресурсов, изыскание дополнительных ресурсов в требуемых объемах;

– разработка проектно-сметной документации по восстановлению основных производственных фондов (зданий, технологического оборудования, связи, транспортных и энергетических коммуникаций и т.п.);

– разработка плана восстановления объекта и графика проведения работ;

– создание и подготовка на объектовом уровне специализированных формирований для проведения восстановительных работ, привлечение при необходимости к работе строительно-монтажных организаций;

– организация контроля за ходом и результатами восстановления объекта.

При определении времени на ведение восстановительных работ на химически и радиационно-опасных объектах экономики следует учитывать возможность радиоактивного, химического, биологического заражения территории объекта, а также необходимость выполнения при этом режимных мероприятий. Все это может отодвинуть сроки начала восстановительных работ и снизить их темпы.

Работы по восстановлению функционирования объекта до приемлемого или прежнего уровня весьма трудоемки, часто требуют привлечения огромных объемов финансовых, материальных и трудовых

ресурсов. Они организуются и ведутся путем устранения разрушений и восстановления пострадавших объектов, нового строительства, мероприятий по реабилитации пострадавших территорий и т.д.

Восстановительные (реабилитационные) работы в ходе ликвидации последствий ЧС ведутся, как правило, в условиях повседневного функционирования объекта. Они выполняются в соответствии с упомянутыми планами восстановления и графиками проведения работ, чаще всего специализированными организациями (ремонтными, строительными, монтажными и др.). Однако следует иметь в виду, что первоочередные восстановительные работы в основном будут выполняться рабочими и служащими объекта. Поэтому в планах восстановления производства предусматривается создание ремонтно-восстановительных бригад из специалистов и квалифицированных рабочих ОЭ. Восстановление ОЭ ведется за счет средств организаций, эксплуатирующих эти объекты, страховых средств, банковских кредитов, средств виновников происшествия, если таковые установлены.

При определении подходов к восстановлению функционирования объекта после чрезвычайной ситуации возможны различные варианты. В некоторых случаях такое восстановление представляется нерациональным, и восстановительные или реабилитационные работы не проводятся. В других случаях ограничиваются восстановлением минимально необходимых производственных или иных функциональных элементов, иногда по временной схеме, не доводя функционирование до уровня, который имелся до ЧС. Такие меры особенно характерны для восстановления неперспективных с экономической и других точек зрения объектов экономики.

В отдельных случаях после ЧС восстановление происходит на качественно новой основе, когда достигается не только прежний уровень функционирования, но и происходит интенсивное развитие объекта. Так случилось, например, с моторным заводом КамАЗа после пожара 1993 г.

Выбор подхода к восстановлению и состав конкретных восстановительных мер зависит:

– от конкретных масштабов последствий ЧС;

– социально-экономической значимости и вида ОЭ;

– степени необходимости восстановления его функционирования;

– перспективы развития и заинтересованности в этом органов власти и населения;

– реальных возможностей владельцев и соответствующей объектовой администрации для проведения требуемых работ, наличия у них необходимых финансовых и материальных ресурсов.

Проведенное в соответствии с рационально выбранным подходом, в короткие сроки и с незначительными затратами восстановление устойчивости функционирования объекта экономики существенно снижает издержки от чрезвычайной ситуации соответствующей хозяйственной структуры владельца.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение объекта экономики.
2. Дайте определение устойчивости функционирования объекта экономики при ЧС.
3. Какие факторы влияют на устойчивое функционирование объекта экономики в условиях ЧС?
4. Какое влияние на устойчивость функционирования ОЭ имеет рациональное размещение их с точки зрения безопасности?
5. Перечислите основные организационно-экономические меры повышения устойчивости функционирования ОЭ.

Таблица 1

Направления по повышению устойчивости функционирования объекта экономики

Направление	Мероприятия по повышению устойчивости

Практическая работа 6.
*С*остав вооруженных сил Российской Федерации дни воинской славы России – дни славных побед

Цель: изучить и закрепить организационную структуру Вооружённых Сил РФ, виды и рода войск; способствовать развитию у подрастающего поколения гражданственности и патриотизма на основе изучения Дней воинской славы России.

Содержание работы:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом.
2. В рабочей тетради заполнить таблицы 1, 2.
3. Устно ответить на контрольные вопросы

История создания Вооруженных Сил России

Вооруженные силы Российской Федерации – это государственная организация, призванная отражать любое нападение на Россию со стороны других стран, защищать целостность и неприкосновенность территории страны.

Современная Российская армия была создана 7 мая 1992 года, согласно указу Президента Российской Федерации Бориса Ельцина.

Создание Вооруженных Сил России происходило на базе советской армии, которая к моменту распада СССР находилась далеко не в лучшем состоянии. Наряду с боеспособными и хорошо вооруженными частями, недавно прошедшими через Афганскую войну, по стране насчитывались сотни формирований, которые использовали устаревшие образцы техники и часто не получали должного финансирования.

Также было много спорных вопросов между Союзными республиками по поводу частей, оставшихся на территории появившихся независимых государств.

Год создания ВС РФ – 1992, а произошло событие 7 мая. Так что получается, что с момента ликвидации Советского Союза прошло 133 дня. В этот период существовали Объединенные Вооруженные Силы СНГ, которые фактически осуществляли функции армии на всех странах, подписавших договор о содружестве.

Но большое количество разногласий между президентами и отсутствие единой стратегии развития вынудили отказаться от идеи объединенных вооруженных сил и приступить к формированию собственной армии, опираясь на базу СССР.

Указ «О создании ВС РФ» был подписан президентом Борисом Ельциным, который взял на себя функции Верховного Главнокомандующего. Первым Министром Обороны стал Павел Сергеевич Грачев, которому 7 мая присвоено звание генерал армии.

Ключевые этапы в истории создания ВС РФ

Дата создания вооруженных сил России не случайно максимально близка к одному из важнейших праздников – Дню победы. Руко-

водство хотело успеть с улаживанием всех бумажных формальностей, чтобы в параде впервые приняли участия войска Российской Федерации.

В наследство от Советского союза державе досталось почти 2,9 миллиона солдат, что было вполне логично при занимаемой территории. Но для РФ это была слишком большая цифра, ведь столь огромную армию нужно кормить и обеспечивать материально-техническими средствами для несения службы.

Поэтому в день создания ВС РФ была установлена штатная численность военнослужащих в количестве 1 миллион человек. При этом приблизительно 900 тысяч граждан должны были заниматься административными вопросами и выполнять другие функции в армии, но не принимать непосредственного участия в военных процессах.

История создания и развития ВС России может быть разделена на несколько этапов. Первое время было потрачено на сокращение штатной численности, упразднение воинских частей, на которые не хватало финансирования, консервация техники и налаживание взаимодействия между подразделениями строящейся армии.

История создания ВС России кратко:

1. Подписание указа, инвентаризация вооружения, сокращение штатной численности.

2. Период реформаторских изменений, направленных на улучшение качества службы и повышение боеспособности армии в целом.

3. Боевое крещение в Чеченских войнах, отказ от устаревших моделей управления войсками в пользу передовых решений, перевооружение армии.

4. Становление российских ВС в качестве одного из сильнейших военизированных формирований планеты и дальнейшее наращивание мощности.

Создание и развитие вооруженных сил России всегда зависело от экономической составляющей, поскольку нехватка денег в государственном бюджете не позволяла разработать эффективную программу. Президент был занят решением социальных вопросов, поэтому знал о состоянии дел в армии лишь по рапортам из Министерства обороны. А оттуда приходили вдохновляющие отчеты, которые внушали оптимизм и утверждали, что реформы идут полным ходом.

Этапы создания и развития вооруженных сил России обычно принято разделять в соответствии с изменениями в руководстве страны

и армии. Первый этап связан с именами Бориса Николаевича Ельцина и Павла Сергеевича Грачева.

История создания ВС РФ (1992–1995 гг.)

История создания ВС России фактически стартовала еще в январе 1992 года, когда идея о совместной армии СНГ не нашла всеобъемлющей поддержки на постсоветском пространстве. Большинство стран изъявили желание создать национальные войска, поэтому и в РФ начали готовить реформы. При этом рассматривалось два основных пути развития: построение МО по гражданскому или военному принципу.

Дата создания ВС РФ стала лишь отправной точкой, поскольку к 7 мая не удалось найти компромисс. Кадровые военные из СССР настаивали за сохранение привычного уклада, а демократические силы выступали за демилитаризацию штаба Министерства Обороны и передачу власти гражданскому лицу. В итоге власти решили, что страна не готова к кардинальным переменам и оставили прежнюю военную модель.

Создание ВС РФ проходило следующие этапы:

1. На 1992 год была намечена всеобъемлющая инвентаризация армейского имущества, определение статуса российской армии, составление военной доктрины, вывод подразделений из бывших союзных республик и их обустройство на новом месте. Согласовывались списки по сокращению личного состава.

2. На 1993-1994 годы было намечено формирование новой организационно-штатной структуры, а также создание новых мобильных подразделений во всех родах войск. Проводилась ликвидация частей неполного состава, а особое внимание уделялось комплектованию РВСН, как главному фактору сдерживания.

3. 1995 год должен был завершить вывод всех иностранных подразделений и начать реорганизацию советской структуры управления, чтобы она отвечала актуальным требованиям времени. Также намечался переход на смешанную систему комплектации частей, и увеличение денежных дотаций для контрактников.

На создание и развитие ВС РФ в данный период прямое влияние оказала Первая Чеченская война. Генералы обещали задавить сепаратистские выступления за несколько часов и взять Грозный силами одного ПДП. Но по факту начало войны обернулось катастрофой,

ведь не было налажено четкого взаимодействия на местах. Соседние группировки войск зачастую даже не имели между собой связи.

Ситуация усугублялась требованиями политиков поскорее закончить боевые действия, что привело к еще большим потерям. Федеральные силы были разбиты и вынужденно отступили для перегруппировки. Именно война открыла реальное состояние дел в армии.

Создание вооруженных сил России (1995–2000 гг.)

Неудачи в боевых действиях против чеченских боевиков вынудили руководство страны вплотную заняться вопросами обороны. История создания ВС РФ лишь на бумаге являлась идеальной, а по факту за все время до начала конфликта только происходил развал советского наследия. Поэтому даже в войне с немногочисленными повстанцами федеральные силы не могли проявить себя на должном уровне. И виной тому были просчеты руководства, ведь подготовка и моральный дух бойцов сомнений не вызывали.

Для многих день создания вооруженных сил России не совпадает с 7 мая, так как эта дата просто отражает число подписания указа. А за отправную точку люди берут взятие Грозного после перегруппировки и планирования операции. Произошло это в январе 1995 года и обошлось минимальными потерями, так как на этот раз операцией командовал один человек, и было четко отлажено взаимодействие всех ударных группировок.

История создания ВМФ ВС РФ тоже во многом связана именно с конфликтом на Северном Кавказе. Нехватка хорошо обученных бойцов в сухопутных войсках заставила использовать в боевых действиях «черные береты». А после окончания войны и подписания мирных соглашений началась целевая программа по развитию вооруженных сил по всем направлениям для улучшения обороноспособности государства.

В преддверии выборной кампании 1996 года Ельцин издал судьбоносный указ, который изменил историю создания и развития вооруженных сил России. Принято решение о переходе на профессиональную комплектацию рядового и сержантского состава.

Новыми Министром Обороны стал Игорь Родионов, а для разработки эффективных реформ создан Совет обороны. На первом же заседании принято решение о сокращении количества воинских частей, чтобы улучшить качество материального обеспечения оставшимся военным частям.

История создания родов ВС РФ на данном этапе выглядит так:

1. Сухопутные войска должны были сократиться до 10-12 мотострелковых и танковых бригад, а также 2-3 воздушно десантных бригад, полностью укомплектованных современными видами техники и сооружения, а также состоящих из профессиональных солдат, прапорщиков и офицеров.
2. Военно-морской флот должен был сохранить по одной полностью укомплектованной эскадре на каждом из четырех действующих участков. Остальное вооружения предполагалось отправить на консервацию, а лишь стратегические ядерные силы на море оставались в полном составе.
3. В Военно-воздушных силах было запланировано увеличить налет пилотов до 100 часов, а также переформировать все части и соединения.
4. Войска противовоздушной обороны и РВСН оставались в прежнем составе на ближайшие 5 лет реформирования вооруженных сил.

Но из-за ограниченных материальных ресурсов в государстве с 1996 по 1999 год до конца не был реализован, ни один задуманный проект.

История создания Вооруженных сил России (2000–2005 гг.)

История создания и развития ВС РФ после смены руководства страны начала развиваться значительно стремительнее. Повлияло на это и улучшение состояния экономики, поскольку появления свободных средств позволило начать инвестирования в оборону. В 2001–2005 годах наконец-то было завершено формирование единого центра по подготовке военных кадров.

Был запущен механизм перевода армии на контрактную основу с хорошей подготовкой резервистов. Большие средства вкладываются в строительство предприятий оборонного значения для производства современного оружия и техники.

Много внимания было уделено координации взаимодействия различных родов войск для их эффективного использования в соответствии с поставленными задачами. Сокращение армии на 30% проводилось за счет уменьшения числа призывников, а также выведения из состава вооруженных сил структурных подразделений, которые выполняют не свойственные для ВС задачи. Это позволило решить

вопрос без лишения работы большого количества военнослужащих, что создало бы напряженную обстановку.

Параллельно проводится ряд реформ для социальной защиты военнослужащих и их семей. Привлекаются квалифицированные кадры в армию. Профессиональными режиссерами создаются мотивационные ролики и действительно заставляют гордиться своими войсками. Служба становится престижной и высокооплачиваемой профессией.

Также были заложены основы для создания ракетно-космических войск и войск воздушной обороны. Финансирования по-прежнему не хватало на эффективное продвижение всех реформ, но ситуация складывалась куда лучше, чем в 90-е годы. А Верховный Главнокомандующий постоянно следил за ситуацией, а не ограничивался чтением отчетов, так что дело действительно продвигалось в верном направлении.

Современная история создания Вооруженных Сил России

История создания ВС РФ поэтапно с 2005 года:

1. В 2006 году был принят десятилетний план развития вооруженных сил. Основным направлением обозначено перевооружение всех родов войск на новейшие системы, а также постепенный переход на профессиональную контрактную армию.

2. В 2008 году стартовала широкомасштабная реформа, рассчитанная до 2020 года. Она была разбита на три этапа:

– оптимизация численности личного состава, оптимизация управления войсками, реформа военного образования;

– повышение денежного довольствия, обеспечение жильём, профессиональная переподготовка и повышение квалификации военнослужащих;

– полное перевооружение.

3. К 2011 году планировалось полностью укомплектовать все части по штату мирного времени, а также упразднить институт прапорщиков и передать их функции сержантам. На деле реформа потерпела неудачу и в срочном порядке прапорщики были восстановлены на своих должностях. А вот оптимизация управления и расширение сети военных училищ прошли успешно.

4. С января 2012 года средняя зарплата в армии увеличилась в 2,5-3 раза, что позволило привлечь на службу новые квалифицированные кадры. Были введены надбавки и премии в зависимости от успехов на службе, а также значительно увеличены доплаты за воинское звание и выслугу лет. Для обеспечения жильем построено несколько сотен общежитий и создана программа военной ипотеки. А переподготовка офицеров проходит постоянно при назначении на новую должность, переводе в другую часть или повышении по службе.

5. К началу 2017 года перевооружение в разных родах войск составило от 47% до 95%. Приоритетные направления (военно-космические силы и военно-морской флот) полностью укомплектованы передовым вооружением.

К концу 2023 года будут завершены основные мероприятия по созданию де-факто армии нового типа.

7 мая - с 1992 года отмечается День создания Вооруженных Сил России.

Виды и рода войск Вооруженных Сил Российской Федерации, их состав и предназначение

Вид Вооруженных Сил – это часть Вооруженных Сил государства, предназначенная для ведения военных действий в определенной сфере (на суше, на море, в воздушном и космическом пространстве).

Вооруженные Силы РФ состоят из трех видов ВС:

Сухопутных войск, Воздушно-космических Сил и Военно-Морского Флота. Каждый вид, в свою очередь, состоит из родов войск, специальных войск и тыла. Руководство ВС осуществляет Президент РФ – Верховный Главнокомандующий ВС РФ. Полномочия Президента РФ как Верховного Главнокомандующего изложены в Федеральном законе «Об обороне» (статьи 4 и 13).

Сухопутные войска включают в себя органы военного управления, мотострелковые, танковые войска, ракетные войска и артиллерию, войска противовоздушной обороны, а также специальные войска (соединения и части разведки, связи, радиоэлектронной борьбы, инженерные, радиационной, химической и биологической защиты, ядерно-технические, технического обеспечения, автомобильные и охраны тыла), воинские части и учреждения тыла, другие части, учреждения, предприятия и организации.

Мотострелковые войска предназначены для ведения боевых действий самостоятельно и совместно с другими родами войск и

специальными войсками. Они могут успешно действовать в условиях применения оружия массового поражения и обычных средств.

Мотострелковые войска способны прорывать подготовленную оборону противника, развивать наступление в высоком темпе и на большую глубину, закрепляться на захваченных рубежах и прочно их удерживать.

Танковые войска являются главной ударной силой Сухопутных войск. Они обладают высокой устойчивостью к воздействию поражающих факторов ядерного оружия и используются, как правило, на главных направлениях в обороне и наступлении. Танковые войска способны наиболее полно использовать результаты огневых и ядерных ударов и в короткие сроки достигать конечных целей боя и операции.

Ракетные войска и артиллерия являются основным средством ядерного и огневого поражения противника во фронтовой, армейской, корпусной операциях и общевойсковом бою. В них входят соединения и части оперативно–тактических ракет фронтового и армейского подчинения и тактических ракет армейского и дивизионного подчинения, а также соединения и воинские части гаубичной, пушечной, реактивной, противотанковой артиллерии, минометных, противотанковых управляемых ракет и артиллерийской разведки.

Войска противовоздушной обороны Сухопутных войск предназначены для прикрытия группировок войск и их тыла от ударов противника с воздуха. Они способны самостоятельно и во взаимодействии с авиацией уничтожать самолеты и беспилотные средства воздушного нападения противника, вести борьбу с воздушными десантами на маршрутах их полета и во время их выброски, проводить радиолокационную разведку и оповещать войска об угрозе воздушного нападения.

Инженерные войска предназначены для инженерной разведки местности и объектов, фортификационного оборудования районов расположения войск, устройства заграждений и производства разрушений, проделывания проходов в инженерных заграждениях, разминирования местности и объектов, подготовки и содержания путей движения и маневра, оборудования и содержания переправ для преодоления водных преград, оборудования пунктов водообеспечения.

В состав инженерных войск входят следующие соединения, воинские части и подразделения: инженерно-саперные, инженерных заграждений, инженерно-позиционные, понтонно-мостовые, переправочно-десантные, дорожно-мостостроительные, полевого водообеспечения, инженерно-маскировочные, инженерно–технические, инженерно-ремонтные.

Воздушно-космические Силы России предназначены для ведения разведки воздушно-космической обстановки, отражения агрессии воздушно-космической сфере и защиты от ударов из космоса и с воздуха, поражения критически важных объектов т войск противника с применением обычных и ядерных средств поражения. Состоят из трех родов войск: военно-воздушные **силы** (ВВС), войска противовоздушной и противоракетной обороны, а также космические войска. В состав ВВС входит дальняя, военно-транспортная, оперативно-тактическая и армейская авиация.

Дальняя авиация является главной ударной силой ВВС России. Она способна эффективно поражать важные объекты противника: корабли–носители крылатых ракет морского базирования, энергетические системы и центры высшего военного и государственного управления, узлы железнодорожных, автомобильных и морских коммуникаций.

Военно-транспортная авиация – основное средство десантирования войск и боевой техники при проведении операций на континентальных и океанских театрах войны. Она является наиболее мобильным средством доставки в заданные районы людей, материальных средств, боевой техники, продовольствия.

Армейская авиация предназначена для огневой поддержки боевых действий Сухопутных войск. В ходе боя армейская авиация наносит удары по войскам противника, уничтожает его воздушные десанты, рейдовые, передовые и обходящие отряды; обеспечивает высадку и поддержку с воздуха своих десантов, ведет борьбу с вертолетами противника, уничтожает его ракетно-ядерные средства, танки и другую бронированную технику. Кроме того, она выполняет задачи боевого обеспечения (ведет разведку и радиоэлектронную борьбу, устанавливает минные заграждения, корректирует огонь артиллерии, обеспечивает управление и проведение поисково-спасательных операций) и тылового обеспечения (осуществляет переброску материальных средств и различных грузов, проводит эвакуацию раненых с поля боя).

Оперативно-тактическая авиация Российской Федерации, наиболее многочисленная часть авиации Военно-воздушных сил (ВВС) рода войск Воздушно-космических сил Российской Федера-

ции (ВКС РФ), предназначена для решения оперативных (оперативно-тактических) и тактических задач в операциях (боевых действиях) группировок войск (сил) на театрах военных действий (стратегических направлениях). Решает боевые задачи на земле, на воде и в воздухе, включает в себя: истребительную, штурмовую, бомбардировочную, разведывательную, транспортную и специальную авиацию.

Зенитные ракетные войска - род войск Воздушно-космических сил Российской Федерации (ВКС России), структурно входит в состав Войск ПВО-ПРО и ВВС ВКС России. Предназначены для прикрытия войск и объектов от ударов противника с воздуха.

Радиотехнические войска - род войск Воздушно-космических сил Российской Федерации (ВКС России), структурно входит в состав Войск ПВО-ПРО и ВВС ВКС России. Выполняют задачи радиотехнического обеспечения для зенитных ракетных войск и авиации противовоздушной обороны. Они ведут радиолокационную разведку и обеспечивают радиолокационной информацией боевые расчеты вышестоящих командных пунктов и командных пунктов соединений, воинских частей и подразделений авиации, зенитных ракетных войск и радиоэлектронной борьбы.

Военно-Морской Флот России состоит из четырех родов сил: подводные силы, надводные силы, морская авиация, береговые войска, части и подразделения обеспечения и обслуживания.

Подводные силы предназначены для поражения наземных объектов противника, поиска и уничтожения его подводных лодок, нанесения ударов по группировкам надводных кораблей как самостоятельно, так и во взаимодействии с другими силами флота.

Надводные силы предназначены для поиска и уничтожения подводных лодок, борьбы с надводными кораблями противника, высадки морских десантов, обнаружения и обезвреживания морских мин и выполнения ряда других задач.

Морская авиация предназначена для уничтожения корабельных группировок, конвоев и десантов противника в море и на базах, для поиска и уничтожения подводных лодок врага, для прикрытия своих кораблей, ведения разведки в интересах флота.

Береговые войска предназначены для действий в морских десантах, обороны побережья и важных объектов на берегу, охрана прибрежных коммуникаций от ударов противника.

Части и подразделения обеспечения и обслуживания обеспечивают базирование и боевую деятельность подводных и надводных сил флота.

Самостоятельными родами войск Вооруженных Сил Российской Федерации являются:

– ракетные войска стратегического назначения (РВСН);
– воздушно-десантные войска (ВДВ);
– космические войска.

Помимо родов войск, входящих в состав ВС РФ, для обеспечения боевой деятельности видов Вооруженных Сил в их состав входят соединения и части *специальных войск:*

– разведывательных;
– инженерных;
– радиационной, химической и биологической защиты;
– связи и радиотехнического обеспечения;
– радиоэлектронной борьбы;
– автомобильных;
– дорожных;
– топогеодезических;
– гидрометеорологических;
– технического обеспечения;
– тыла;
– другие.

Система руководства и управления Вооруженными Силами

Общее руководство Вооруженными Силами (и другими воинскими формированиями и органами) Российской Федерации осуществляет *Верховный Главнокомандующий*. Согласно Конституции и Закону «Об обороне» им является *Президент России*.

Министр обороны является прямым начальником всего личного состава Вооруженных Сил РФ и несет персональную ответственность за выполнение задач, возложенных на министерство. По наиболее важным вопросам жизни и деятельности Вооруженных Сил РФ он издает приказы и директивы, а также вводит в действие положения, наставления, другие правовые акты, регламентирующие различные вопросы жизни, быта и деятельности войск.

Министерство обороны Российской Федерации участвует в подготовке предложений по вопросам военной политики и по военной доктрине Российской Федерации, разрабатывает концепцию строительства Вооруженных Сил Российской Федерации. Оно готовит Федеральную государственную программу вооружения и развития военной техники, а также предложения по государственному оборонному заказу, по расходам на оборону в проекте федерального бюджета. Важное значение имеют координация и финансирование работ, выполняемых в целях обороны; организация научных исследований, заказ и финансирование производства и закупок вооружения и военной техники, продовольствия, вещевого и другого имущества, материальных и иных ресурсов для Вооруженных Сил. Министерство сотрудничает с военными ведомствами иностранных государств, а также осуществляет целый ряд иных полномочий.

Основным органом оперативного управления войсками и силами флота Вооруженных Сил РФ является *Генеральный штаб*. Он разрабатывает предложения по военной доктрине России, план строительства Вооруженных Сил Российской Федерации и координирует разработку предложений по численности Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск, воинских формирований и органов.

Генеральный штаб готовит также план применения и мобилизационный план Вооруженных Сил и Федеральную государственную программу оперативного оборудования территории страны в целях обороны. Он устанавливает количественные нормы призыва на военную службу, военные сборы, осуществляет анализ и координацию проведения в стране мероприятий по воинскому учету, подготовке граждан к военной службе и их призыву на военную службу и военные сборы. В целях обороны и безопасности Генеральный штаб организует проведение разведывательной деятельности, мероприятий по поддержанию боевой и мобилизационной готовности Вооруженных Сил Российской Федерации и др.

Дни воинской славы и памятные даты России

Возрождая одну из лучших российских традиций почитания славных побед российских войск, в 1995 г. Федеральное собрание приняло и Президент РФ подписал **Федеральный закон «О днях воинской славы (победных днях) России»** (13 марта 1993г. № 32-ФЗ). В него неоднократно вносили изменения, а в 2005г. (21 июня 2005г. № 98-ФЗ) обновили название: **Федеральный закон «О днях воинской славы и памятных датах России».**

Владимир Владимирович Путин: «Мы должны сделать все, чтобы сегодняшние дети и вообще все наши граждане гордились тем, что они наследники, внуки, правнуки победителей. Знали героев своей страны и своей семьи, чтобы все понимали, что это часть нашей жизни». История России богата знаменательными событиями. Во все века героизм, мужество воинов России, мощь и слава русского оружия были неотъемлемой частью величия Российского государства. Помимо военных побед существуют события, достойные быть увековеченными в народной памяти.

История России богата знаменательными событиями. Во все века героизм, мужество воинов России, мощь и слава русского оружия были неотъемлемой частью величия Российского государства. Помимо военных побед существуют события, достойные быть увековеченными в народной памяти.

Дни воинской славы России

В Российской Федерации устанавливаются следующие дни воинской славы России:

18 апреля - День победы русских воинов князя Александра Невского над немецкими рыцарями на Чудском озере (Ледовое побоище, 1242 год);

21 сентября - День победы русских полков во главе с великим князем Дмитрием Донским над монголо-татарскими войсками в Куликовской битве (1380 год);

7 ноября - День проведения военного парада на Красной площади в городе Москве в ознаменование двадцать четвертой годовщины Великой Октябрьской социалистической революции (1941 год);

7 июля - День победы русского флота над турецким флотом в Чесменском сражении (1770 год);

10 июля - День победы русской армии под командованием Петра Первого над шведами в Полтавском сражении (1709 год);

9 августа - День первой в российской истории морской победы русского флота под командованием Петра Первого над шведами у мыса Гангут (1714 год);

24 декабря - День взятия турецкой крепости Измаил русскими войсками под командованием А.В.Суворова (1790 год);

11 сентября - День победы русской эскадры под командованием Ф.Ф.Ушакова над турецкой эскадрой у мыса Тендра (1790 год);

8 сентября - День Бородинского сражения русской армии под командованием М.И.Кутузова с французской армией (1812 год);

1 декабря - День победы русской эскадры под командованием П.С.Нахимова над турецкой эскадрой у мыса Синоп (1853 год);

23 февраля - День защитника Отечества;

5 декабря - День начала контрнаступления советских войск против немецко-фашистских войск в битве под Москвой (1941 год);

2 февраля - День разгрома советскими войсками немецко-фашистских войск в Сталинградской битве (1943 год);

23 августа - День разгрома советскими войсками немецко-фашистских войск в Курской битве (1943 год);

27 января - День полного освобождения Ленинграда от фашистской блокады (1944 год);

9 мая - День Победы советского народа в Великой Отечественной войне 1941-1945 годов (1945 год);

4 ноября - День народного единства.

Памятные даты России

В Российской Федерации устанавливаются следующие памятные даты России:

25 января - День российского студенчества;

15 февраля - День памяти о россиянах, исполнявших служебный долг за пределами Отечества;

12 апреля - День космонавтики;

19 апреля - День принятия Крыма, Тамани и Кубани в состав Российской империи (1783 год);

26 апреля - День участников ликвидации последствий радиационных аварий и катастроф и памяти жертв этих аварий и катастроф;

27 апреля - День российского парламентаризма;

22 июня - День памяти и скорби - день начала Великой Отечественной войны (1941 год);

29 июня - День партизан и подпольщиков;

28 июля - День Крещения Руси;

1 августа - День памяти российских воинов, погибших в Первой мировой войне 1914-1918 годов;

2 сентября - День окончания Второй мировой войны (1945 год);

3 сентября - День солидарности в борьбе с терроризмом;

7 ноября - День Октябрьской революции 1917 года;

3 декабря - День Неизвестного Солдата;

9 декабря - День Героев Отечества;

12 декабря - День Конституции Российской Федерации.

Формы увековечения памяти воинов России

Основными формами увековечения памяти российских воинов, отличившихся в сражениях, связанных с днями воинской славы России, являются:

1. Создание и сохранение мемориальных музеев, установление и благоустройство памятников, обелисков, стел, других мемориальных сооружений и объектов, увековечивающих дни воинской славы России, организация выставок, установление на местах воинской славы мемориальных знаков.

2. Сохранение и обустройство территорий, исторически связанных с подвигами российских воинов, отличившихся в сражениях, связанных с днями воинской славы России.

3. Публикации в средствах массовой информации материалов, связанных с днями воинской славы России.

4. Присвоение имен национальных героев, отличившихся в сражениях, связанных с днями воинской славы России, населенным пунктам, улицам и площадям, физико-географическим объектам, воинским частям, кораблям и судам.

По решению органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Феде-

рации и органов местного самоуправления могут осуществляться и другие мероприятия по увековечению памяти российских воинов, отличившихся в сражениях, связанных с днями воинской славы России.

(Федеральный закон от 13.03.1995 № 32-ФЗ «О днях воинской славы и памятных датах России»)

Задание. Заполнить таблицу 1 «Виды и рода ВС РФ», вписав назначение видов и родов войск в соответствующую графу.

Таблица 1

Виды и рода ВС РФ

	Вид ВС	Род войск	Отдельный род войск
Береговые войска			
Сухопутные войска			
Войска противовоздушной и противоракетной обороны			
Мотострелковые войска			
Надводные силы			
Ракетные войска стратегического назначения			
Танковые войска			
Военно-воздушные силы			
Военно-морской флот			
Ракетные войска и артиллерия			
Подводные силы			
Воздушно-десантные войска			
Космические войска			
Воздушно-космические войска			
Морская авиация			

Задание.

Соотнесите данные таблицы 2 «Дни воинской славы России – дни славных побед».

Таблица 2

Дни воинской славы России – дни славных побед

События	Даты	Значение событий
1	2	3
День победы русских полков во главе с великим князем Дмитрием Донским над монголо-татарскими войсками в Куликовской битве	27 января 1944 г.	Потери французов в сражении во многом предопределили поражение Наполеона в войне с Россией
День победы русских воинов князя Александра Невского над немецкими рыцарями на Чудском озере (Ледовое побоище)	21 сентября 1380г.	Выдающаяся победа русско-турецкой войны 1787-1891 гг., в результате которой Ясский мир подтвердил присоединение к России Крыма и Кубани
День народного единства	18 апреля 1242 г.	Ливонский орден был вынужден заключить мир, крестоносцы отказывались от притязаний на русские земли
День победы русской армии под командованием Петра I над шведами в Полтавском сражении	7 ноября 1941 г.	Победа над сильнейшим в то время шведским флотом, которую Петр I назвал «второй Полтавой», усилила позиции России
День первой в российской истории морской победы русского флота под командованием Петра I над шведами у мыса Гангут	5 декабря 1941 г.	Было подорвано военное могущество Швеции, в Северной войне 1700-1721 гг. произошел перелом в пользу России
День защитника Отечества	9 мая 1945 г.	Русский флот взял под контроль устье Дуная, что осложнило снабжение турецких крепостей, усилило русскую армию
День проведения военного парада на Красной площади в г. Москве в ознаменование 24-й годовщины Великой Октябрьской социалистической революции	24 декабря 1790г.	Победа в последнем крупном сражении парусного флота обеспечила господство России на Черном море, сорвало планы высадки десанта турок на Кавказе
День Бородинского сражения русской армии под командованием М.И. Кутузова с французской армией	1 декабря 1853г.	Освобождение Москвы от польских интервентов народным ополчением под руководством Кузьмы Минина и Дмитрия Пожарского сплотило народ, способствовало преодолению смуты - кризиса российской государственности

Продолжение таблицы 2

1	2	3
День победы русской эскадры под командованием Ф.Ф. Ушакова над турецкой эскадрой у мыса Тендра	11 сентября 1790г.	Триумф беспримерной стойкости защитников Невской твердыни в самой продолжительной битве Второй мировой войны
День победы русской эскадры под командованием П.С. Нахимова над турецкой эскадрой у мыса Синоп	2 февраля 1943г.	Первый бой красноармейских формирований, преградивших германским войскам путь на Петроград под Псковом
День взятия турецкой крепости Измаил русскими войсками под командованием А.В. Суворова	8 сентября 1812г.	Под Москвой советские войска одержали первую крупную победу над фашистской армией, которая развеяла миф о ее непобедимости
День разгрома советскими войсками немецко-фашистских войск в Курской битве	23 февраля 1918г.	Наш народ отстоял свою свободу и независимость, внес решающий вклад в освобождение Европы от фашистского ига
День снятия блокады города Ленинграда	10 июля 1709 г.	Победа нанесла сильный удар по могуществу Золотой Орды, ускорив ее распад, способствовала усилению авторитета Москвы и ее роли в образовании единого Русского государства
День начала контрнаступления советских войск против немецко-фашистских войск в битве под Москвой	9 августа 1714г.	Коренной перелом в Великой Отечественной войне, поворотное событие в ходе всей Второй Мировой войны
День разгрома советскими войсками немецко-фашистских войск в Сталинградской битве	23 августа 1943г.	Разгром гитлеровских войск на Курской дуге и выход советских войск к Днепру завершили коренной перелом в войне
День Победы советского народа в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.	4 ноября 1612 г.	Гитлеровские войска рвались к Москве. Прямо с Красной площади советские солдаты шли в бой, чтобы защищать свою Родину. Это был вдохновляющий и глубоко символичный парад

Задание: Ответьте на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. С какими именами связан первый этап развития Вооруженных Сил России?
2. Какое событие открыло реальное состояние дел армии и оказало влияние на создание и развитие Вооруженных Сил РФ в период 1995-2000 гг.?
3. Назовите этапы реформы ВС 2008-2020 гг.
4. Каково основное предназначение Вооружённых Сил Российской Федерации?
5. Каков состав современных Вооружённых Сил Российской Федерации?
6. Кто осуществляет руководство Вооружёнными Силами Российской Федерации?
7. Кто осуществляет управление Вооружёнными Силами Российской Федерации?
8. Каково назначение Сухопутных войск?
9. Каково назначение Воздушно-Космических Сил (ВКС)?
10. Назовите предназначение Военно-Морского флота (ВМФ)?

Практическая работа 7.
Основные способы остановки кровотечений. Профилактика осложнений ран

Цель: ознакомиться со способами остановки кровотечений, научиться использовать жгут (закрутку) при оказании первой помощи.

Содержание работы:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом.
2. Выполнить нормативы по наложению жгута и закрутки.
3. Сымитировать перевязку раны.
4. В рабочей тетради заполнить таблицу по применению асептических средств по обработке ран. Записать используемые растворы.
5. Устно ответить на контрольные вопросы.

Кровотечения являются наиболее опасным осложнением ран, непосредственно угрожающим жизни. Под кровотечением понимается выхождение крови из поврежденных кровеносных сосудов.

В зависимости от характера поврежденных сосудов различают:

- артериальные;
- венозные;
- капиллярные и паренхиматозные кровотечения.

Временная остановка кровотечения. В порядке оказания первой помощи пострадавшим производится временная остановка кровотечения, осуществляемая следующими способами:

1. Придание поврежденной части тела приподнятого положения по отношению к туловищу.

Возвышенное положение раненой конечности по отношению к уровню тела значительно уменьшает приток крови к ране, снижает давление в сосудах и создает лучшие условия для образования сгустка крови в ране.

2. Прижатие кровоточащего сосуда в месте ранения с помощью давящей повязки.

Давящая повязка сдавливает сосуды на месте их повреждения, т. е. в ране. Она может быть надежным методом временной остановки капиллярного и венозного кровотечения, а также кровотечения из мелких артерий. Поверх раны накладывают несколько слоев асептической марли, тугой комок ваты и туго бинтуют. При этом сдавленные повязкой вены и капилляры быстро тромбируются и таким образом для венозного и капиллярного кровотечения этот метод временной остановки в ряде случаев становится окончательным.

3. Пальцевое прижатие артерии на протяжении.

Распространенным способом экстренной остановки кровотечения является способ прижатия артерий на протяжении. Этот способ основан на том, что ряд артерий легко доступен для пальпации и может быть полностью перекрыт прижатием их к подлежащим костным образованиям. Места, наиболее доступные для прижатия крупных артерий, показаны на рисунке. Длительная остановка кровотечения пальцевым прижатием артерии невозможна, так как это требует большой физической силы, утомительно для оказывающего помощь и практически исключает возможность транспортировки. Однако этот способ незаменим для экстренной приостановки кровопотери, так как обеспечивает быструю остановку кровотечения, не нарушая то же

время асептику раны, и позволяет приготовить все необходимое для более надежной остановки кровотечения (жгут, закрутка и т. д.). Прижать артерию можно большим пальцем, несколькими другими пальцами, кулаком. Особенно легко могут быть прижаты бедренная и плечевая артерии, труднее прижать сонную, подключичную.

Рис. 1. Наложение давящей повязки.

4. Фиксирование конечности в положении максимального сгибания или разгибания.

Остановку кровотечения фиксацией конечности в положении крайнего сгибания или разгибания применяют во время транспортировки больного в стационар.

При ранении подключичной артерии остановить кровотечение удается, если согнуть в локтях руки, максимально отвести назад и прочно фиксировать между собой на уровне локтевых суставов.

Подколенную артерию можно пережать при фиксировании ноги с максимальным сгибанием в коленном суставе.

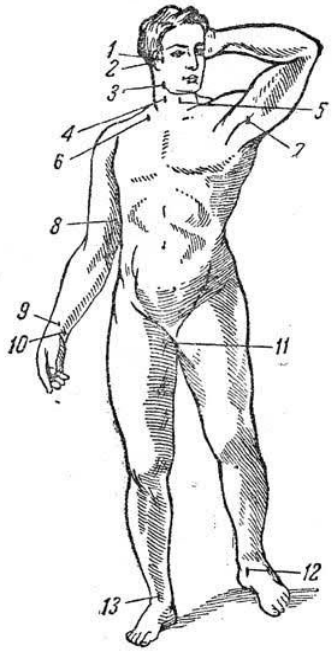


Рис. 2. Точки прижатия важнейших артерий:

1 - височная; 2 - затылочная; 3 - нижнечелюстная; 4 - правая общая сонная; 5 - левая общая сонная; 6 - подключичная;7 - подмышечная; 8 - плечевая;9 - лучевая; 10 - локтевая; 11 - бедренная; 12 - задняя большеберцовая; 13 - артерия тыла стопы.

Бедренная артерия может быть прижата максимальным сгибанием бедра к животу.

Плечевую артерию в области локтевого сустава удается перекрыть максимальным сгибанием руки в плечевом суставе.

Во всех случаях в соответствующий сгиб предварительно помещается ватно-марлевый валик.

5. Круговое сдавливание конечности жгутом.

Техника наложения жгута

Для предупреждения ущемления кожи под жгут подкладывают полотенце, одежду раненого и т. д. Конечность несколько приподнимают вверх, жгут подводят под конечность, растягивают и оберты-

вают его вокруг конечности до прекращения кровотечения. Наиболее тугим должен быть первый тур, второй накладывают с меньшим натяжением, а остальные с минимальным. Концы жгута фиксируют с помощью цепочки и крючка поверх всех витков. Ткани должны стягиваться лишь до остановки кровотечения.

При правильном наложении жгута артериальное кровотечение немедленно прекращается, конечность бледнеет (восковая бледность), пульсация сосудов ниже наложенного жгута прекращается. Чрезмерное затягивание жгута может вызвать размозжение мягких тканей (мышц, нервов, сосудов) и стать причиной развития параличей конечностей. Слабо затянутый жгут кровотечение не останавливает, наоборот, создает венозный стаз (конечность не бледнеет, а приобретает синюшную окраску) и усиливает венозное кровотечение, после наложения жгута конечности следует придать возвышенное положение, в ряде случаев целесообразно провести иммобилизацию конечности.

Жгут из подручных средств называется закруткой. Примененный для закрутки предмет свободно завязывают на нужном уровне. В образовавшуюся петлю проводят палку, дощечку и, вращая ее, закручивают петлю до полной остановки кровотечения, после чего палку фиксируют к конечности. Наложение закрутки - довольно болезненная процедура, поэтому под закрутку, особенно под узел, необходимо что-либо подложить. Жгут (закрутка) является хорошим способом быстрой и надежной остановки кровотечения. Он прост и доступен почти в любой обстановке и позволяет транспортировать раненого с кровотечением на большие расстояния.

Вместе с тем жгут, при неправильном применении, таит в себе и много серьезных опасностей.

Главные его опасности состоят в следующем:

При слишком тугом затягивании жгут может раздавливать ткани, в том числе нервные стволы, что повлечет за собой параличи и парезы конечностей.

При слишком длительном нахождении на конечности, препятствуя проникновению крови в периферическую часть ее, жгут может способствовать развитию в ней инфекции; в холодное время – развитию отмораживания, и в конечном счете он может вызвать омертвление тканей ниже перетяжки.

Кроме того, жгут вызывает значительную болезненность, а при быстром снятии его можно получить значительную интоксикацию вследствие массивного поступления токсинов из обескровленной части конечности (так называемый «турникетный шок»).

Для предупреждения или снижения этих опасностей необходимо выполнять определенные правила;

– жгут (закрутка) должен применяться лишь при сильном артериальном кровотечении, которое нельзя остановить другими способами;

– жгут следует накладывать по возможности ближе к ране, чтобы ниже его оставалась как можно меньшая часть конечности;

– затягивать жгут следует лишь до прекращения кровотечения (до прекращения пульса к периферии от жгута);

– время нахождения жгута должно быть строго ограничено:

летом - до 1-1,5 часов,

зимой - до 0,5-1 часов,

у детей - до 0,5 часа, в течение этого времени должны быть приняты все меры к тому, чтобы доставить раненого в медицинское учреждение для окончательной остановки кровотечения;

– летом, через каждый час, а зимой через полчаса, предварительно пережав артерию пальцами выше ранения, необходимо ослабить жгут на несколько минут и наложить его вновь несколько выше или ниже, чем он был раньше;

– категорически запрещается закрывать жгут повязкой, косынкой, одеждой и т. Д. Жгут должен лежать так, чтобы он бросался в глаза. К жгуту или к одежде пострадавшего должен быть прикреплен кусочек косынки с указанием даты, часа и ми-путы наложения жгута. В крайнем случае, эти данные могут быть нанесены чернильным карандашом на кожу пострадавшего.

Наложение жгута-закрутки

Последовательность наложения матерчатого жгута:

1. Наложите на конечность матерчатый жгут выше места предполагаемого артериального или ниже предполагаемого венозного кровотечения.

2. Свободный конец его проденьте через пряжку и максимально затяните.

3. Вращением деревянной палочки произведите дальнейшее сдавливание конечности до прекращения кровотечения.

4. Палочку закрепите в одной из петель.

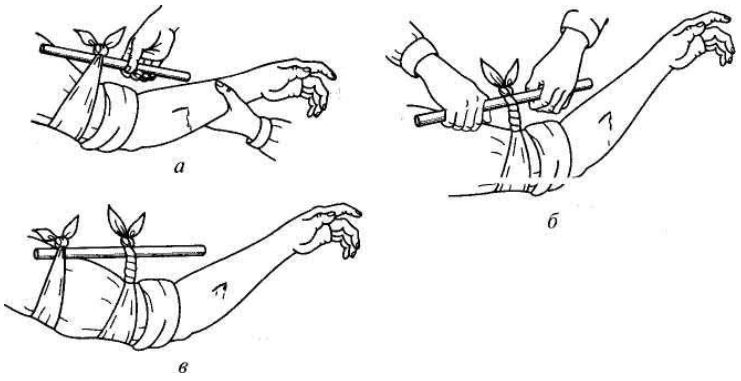


Рис. 3. Наложение жгута-закрутки:

а - завязывание куска ткани выше места кровотечения;
б - затягивание закрутки; в - фиксация свободного конца палочки.

Норматив № 1 – Наложение резинового кровоостанавливающего жгута на бедро (плечо)

ИСХОДНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ: Обучаемый находится около «раненого», держит в руках жгут.

По команде: «К выполнению норматива - Приступить» обучаемый накладывает жгут.

Выполнение норматива заканчивается закреплением жгута.

Наименование норматива	Условия (порядок) выполнения норматива		
1	2		
Наложение резинового кровоостанавливающего жгута на бедро (плечо)	1) взять резиновый жгут двумя руками в средней части и сильно растянуть; 2) жгут в растянутом виде обернуть 2-3 раза вокруг бедра (плеча) выше места кровотечения так, чтобы первый оборот был туже последующих оборотов и чтобы витки ложились рядом; 3) концы жгута закрепить с помощью цепочки и крючка или завязать узлом; 4) обозначить время наложения жгута на листе бумаги и вложить под жгут.		
Оценка по времени:	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно
	18 с	20 с	25 с

Продолжение таблицы

1	2
Ошибки, снижающие оценку:	
На один балл	1) наложен жгут на область, не соответствующую ранению; 2) наложен жгут на оголенное тело без подкладки, ущемлена жгутом кожа; 3) обучаемый не обозначил время наложения жгута.
До неудовлетворительно	1) неправильное наложение жгута (расслабление или его соскальзывание), что вызывает повторное кровотечение, угрожающее жизни раненого.

Норматив № 2 – Наложение закрутки с помощью косынки и других подручных средств на плечо (бедро)

ИСХОДНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ: обучаемый находится около «раненого», держит в руках закрутку.

По команде: ***«К выполнению норматива – Приступить»*** обучаемый накладывает закрутку.

Выполнение норматива заканчивается закреплением закрутки.

Наименование норматива	Условия (порядок) выполнения норматива		
1	2		
Наложение закрутки с помощью косынки и других подручных средств на бедро (плечо)	1) косынку (или подручный материал) обернуть вокруг бедра (плеча) выше места ранения и завязать крепким узлом; 2) в образовавшуюся петлю вставить палку и закрутить ее; 3) концы палки закрепить на бедре (плече) бинтом (тесьмой). обозначить время наложения закрутки на листе бумаги и вложить под закрутку.		
Оценка по времени:	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно
	30 с	35 с	40 с
Ошибки, снижающие оценку:			
На один балл	1) наложена закрутка на область, не соответствующую ранению;		

Продолжение таблицы

1	2
На один балл	2) наложена закрутка на оголенное тело без подкладки, ущемлена закруткой кожа; 3) обучаемый не обозначил время наложения закрутки.
До неудовлетворительно	неправильное наложение закрутки (расслабление или ее соскальзывание), что вызывает повторное кровотечение, угрожающее жизни раненого.

Любая рана является первично инфицированной и может вызвать нагноение с такими осложнениями как сепсис, рожистое воспаление, газовая гангрена, столбняк и другие.

Первая медицинская помощь

Любая рана должна быть закрыта с соблюдением асептики и антисептики, т.е. всё, что соприкасается с раной должно быть стерильным.

Лечение ссадин, уколов, мелких порезов заключается в смазывании поражённого места средством, обладающим дезинфицирующим свойством или загрязнённую кожу очищают кусочками марли, смоченной одеколоном, спиртом, бензином, 5% раствором йода, 2% раствором бриллиантовой зелени. Рану, по возможности, промывают 3% раствором фурациллина и накладывают стерильную повязку.

После выполнения теоретического задания выполняем наложение повязок:

– для пальца (спиральная повязка);

– на область плеча и плечевого сустава (колосовидную повязку);

– повязка на коленный сустав (черепашья повязка);

– повязка на кисть (крестообразная);

– повязка на голову (чепец).

Правила, которые необходимо соблюдать при наложении повязок:

– безболезненно обнажить рану, не занося дополнительной грязи;

– нельзя касаться поверхности раны (ожоговой поверхности) руками, чтобы не занести дополнительно микробы;

– находящиеся в ране куски дерева, одежды, земли и т.п. можно вынимать, если они находятся на поверхности раны;

– повязку следует чисто вымытыми руками, по возможности протереть их одеколоном, спиртом;

– перевязочный материал должен быть стерильный. В случае отсутствия стерильного материала можно использовать чисто выстиранные куски ткани, предварительно проглаженные горячим утюгом;

– пред наложением повязки кожу вокруг раны протереть бензином, одеколоном, спиртом, затем обработать йодом;

– при возможности обработать рану раствором фурациллина 1:5000, 3% раствором перекиси водорода;

– закрыть рану стерильной повязкой, салфеткой;

– закрепить повязку бинтом или косынкой.

Порядок наложения (закрепления) повязок:

– не вызывая лишней боли – поддерживать повреждённую часть тела;

– бинт держат в правой руке, скаткой вверх;

– первый тур бинта должен быть закрепляющим;

– бинт раскрывают слева направо, прикрывая наполовину предыдущий тур;

– бинтуют от периферии к центру;

– кончик пальцев не бинтуют, для контроля за кровообращением;

– бинтуют не очень туго, но достаточно плотно.

Наложение повязок при различных ранениях

При наложении повязок необходимо придерживаться следующих правил:

– бинтовать в наиболее удобном для пострадавшего положении, наблюдая за его лицом;

– бинт обычно держат в правой руке, а левой удерживают повязку и расправляют бинт. Бинт ведут слева направо и раскатывают, не отрывая от поверхности тела. Каждый последующий ход бинта должен прикрывать предыдущий на 1/2 или 2/3 его ширины;

– бинтовать руку при согнутом под небольшим углом в локтевом суставе, а ногу при согнутом под небольшим углом коленном суставе. Бинтовать конечности начинают с периферии и ходы бинта ведут по направлению корню конечности. Неповрежденные кончики пальцев нужно оставлять открытыми, чтобы можно было следить за кровообращением;

– при наложении повязки и по окончании бинтования проверяют, не туго ли лежит повязка, не слишком ли она свободна, не будет ли спадать и разматываться.

Повязки на голову и шею

Для наложения повязок на голову и шею используют бинт шириной – 10 см.

Круговая (циркулярная) повязка на голову. Применяется при небольших повреждениях в лобной, височной и затылочной областях. Круговые туры проходят через лобные бугры, над ушными раковинами и через затылочный бугор, что позволяет надежно удерживать повязку на голове. Конец бинта фиксируется узлом в области лба.

Крестообразная повязка на голову. Повязка удобна при повреждениях задней поверхности шеи и затылочной области (рис. 4). Сначала накладывают закрепляющие круговые туры на голове. Затем ход бинта ведут косо вниз позади левого уха на заднюю поверхность шеи, по правой боковой поверхности шеи, переходят на шею спереди, ее боковую поверхность слева и косо поднимают ход бинта по задней поверхности шеи над правым ухом на лоб. Ходы бинта повторяют необходимое количество раз до полного закрытия перевязочного материала, покрывающего рану. Повязку заканчивают круговыми турами вокруг головы.

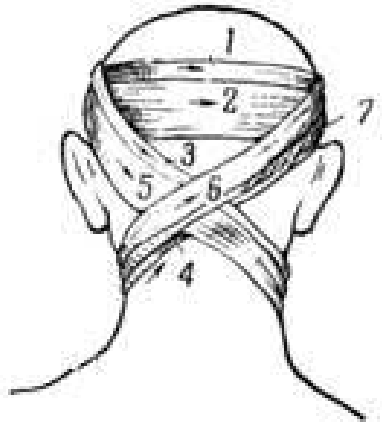


Рис. 4. Крестообразная (восьмиобразная) повязка на голову.

Шапочка Гиппократа. Повязка позволяет достаточно надежно удерживать перевязочный материал на волосистой части головы. Накладывают повязку с помощью двух бинтов (рис. 5). Первым бинтом выполняют два-три круговых укрепляющих тура вокруг головы.

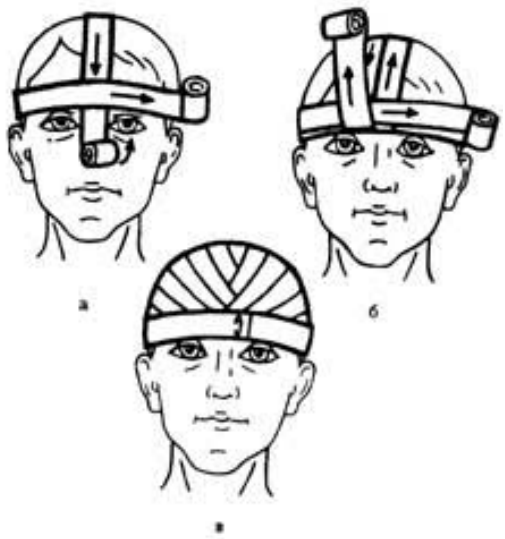


Рис. 5. Этапы наложения повязки «Шапочка Гиппократа».

Начало второго бинта фиксируют одним из круговых туров первого бинта, затем ход второго бинта через свод черепа проводят до пересечения с круговым ходом первого бинта в области лба.

После перекреста, тур второго бинта через свод черепа возвращают на затылок, прикрывая слева предыдущий тур на половину ширины бинта. Выполняют перекрест бинтов в затылочной области и следующий тур бинта проводят через свод черепа справа от центрального тура. Количество возвращающихся ходов бинта справа и слева должно быть одинаковым. Заканчивают наложение повязки двумя-тремя круговыми турами.

Повязка «чепец». Простая, удобная повязка, прочно фиксирует перевязочный материал на волосистой части головы (рис. 6).

Отрезок бинта (завязку) длиной около 0,8 м помещают на темя и концы его опускают вниз кпереди от ушей. Раненый или помощник удерживает концы завязки натянутыми. Выполняют два закрепляющих круговых тура бинта вокруг головы. Третий тур бинта проводят над завязкой, обводят его вокруг завязки и косо ведут через область лба к завязке на противоположной стороне. Вновь оборачивают тур бинта вокруг завязки и ведут его через затылочную область на противоположную сторону. При этом каждый ход бинта перекрывает предыдущий на две трети или наполовину. Подобными ходами бинта закрывают всю волосистую часть головы. Заканчивают наложение повязки круговыми турами на голове или фиксируют конец бинта узлом к одной из завязок. Концы завязки связывают узлом под нижней челюстью.

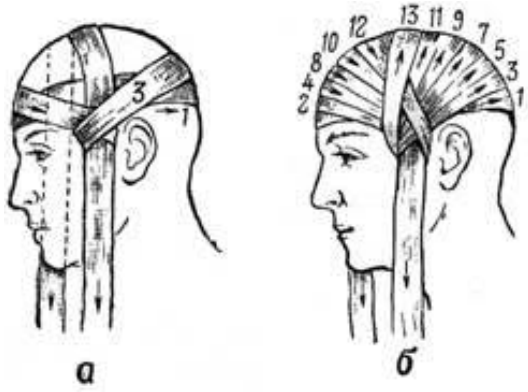


Рис. 6. Повязка «чепец».

Спиральная повязка на палец (рис. 7). Большинство повязок на кисть начинается с круговых закрепляющих ходов бинта в нижней трети предплечья непосредственно над запястьем. Бинт ведут косо по тылу кисти к концу пальца и, оставляя кончик пальца открытым, спиральными ходами бинтуют палец до основания. Затем снова через тыл кисти возвращают бинт на предплечье. Бинтование заканчивают круговыми турами в нижней трети предплечья.

Рис. 7. Спиральная повязка на палец.

Спиральная повязка на все пальцы («перчатка») (рис. 8). Накладывается на каждый палец точно также как и на один палец. Бинтование на правой руке начинают с большого пальца, на левой руке - с мизинца.

Рис. 8. Спиральная повязка
на все пальцы кисти («перчатка»).

Крестообразная повязка на кисть (рис. 9). Закрывает тыльную и ладонную поверхности кисти, кроме пальцев, фиксирует лучезапястный сустав, ограничивая объем движений. Ширина бинта – 10 см.

Рис. 9. Крестообразная
(восьмиобразная) повязка на кисть.

Бинтование начинают с закрепляющих круговых туров на предплечье. Затем бинт ведут по тылу кисти на ладонь, вокруг кисти к основанию второго пальца. Отсюда по тылу кисти бинт косо возвращают на предплечье.

Для более надежного удержания перевязочного материала на кисти, крестообразные ходы дополняют круговыми ходами бинта на кисти. Завершают наложение повязки круговыми турами над запястьем.

Спиральная повязка на предплечье (рис. 10). Для наложения повязки используют бинт шириной 10 см. Бинтование начинают с круговых укрепляющих туров в нижней трети предплечья и нескольких восходящих спиральных туров. Поскольку предплечье имеет конусовидную форму, плотное прилегание бинта к поверхности тела обеспечивается бинтованием в виде спиральных туров с перегибами до уровня верхней трети предплечья. Для выполнения перегиба нижний край бинта придерживают первым пальцем левой руки, а правой рукой делают перегиб по направлению к себе на 180 градусов.

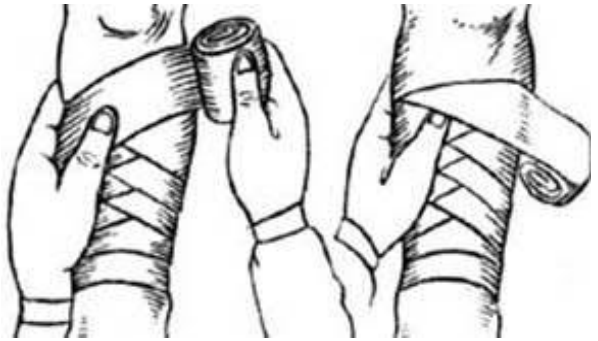


Рис. 10. Спиральная восходящая повязка с перегибами на предплечье
(техника выполнения перегибов бинта).

Верхний край бинта становится нижним, нижний – верхним. При следующем туре перегиб бинта повторяют. Повязку фиксируют циркулярными турами бинта в верхней трети предплечья.

Черепашья повязка на область локтевого сустава. При повреждении непосредственно в области локтевого сустава накладывают сходящуюся черепашью повязку. Если повреждение располагается выше или ниже сустава, применяют расходящуюся черепашью повязку. Ширина бинта - 10 см.

Сходящаяся черепашья повязка (рис. 11). Рука согнута в локтевом суставе под углом в 90 градусов. Бинтование начинают круговыми укрепляющими турами либо в нижней трети плеча над локтевым суставом, либо в верхней трети предплечья. Затем восьмиобразными турами закрывают перевязочный материал в области повреждения. Ходы бинта перекрещиваются только в области локтевого сгиба. Восьмиобразные туры бинта постепенно смещают к цен-

тру сустава. Заканчивают повязку циркулярными турами по линии сустава.

Рис. 11. Сходящаяся черепашья повязка на локтевой сустав.

Расходящаяся черепашья повязка (рис. 12). Бинтование начинают с круговых закрепляющих туров непосредственно по линии сустава, затем бинт поочередно проводят выше и ниже локтевого сгиба, прикрывая на две трети предыдущие туры. Все ходы перекрещиваются по сгибательной поверхности локтевого сустава. Таким образом, закрывают всю область сустава. Повязку заканчивают круговыми ходами на плече или предплечье.

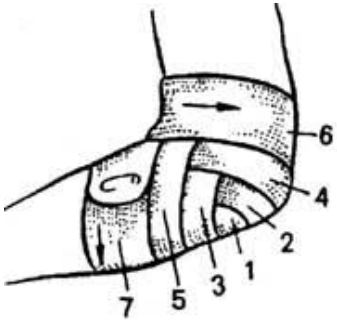


Рис. 12. Расходящаяся черепашья повязка на локтевой сустав.

Крестообразная (восьмиобразная) повязка на стопу (рис. 13). Позволяет надежно фиксировать голеностопный сустав при повреждении связок и некоторых заболеваниях сустава. Ширина бинта – 10 см.

Стопу устанавливают в положении под прямым углом по отношению к голени. Бинтование начинают с круговых фиксирующих туров в нижней трети голени над лодыжками. Затем ведут ход бинта косо по тыльной поверхности голеностопного сустава к боковой поверх-

ности стопы (к наружной на левой стопе и к внутренней на правой стопе). Выполняют круговой ход вокруг стопы. Далее с противоположной боковой поверхности стопы по ее тылу косо вверх пересекают предыдущий ход бинта и возвращаются на голень. Вновь выполняют круговой ход над лодыжками и повторяют восьмиобразные ходы бинта 5-6 раз для создания надежной фиксации голеностопного сустава. Повязку заканчивают круговыми турами на голени над лодыжками.

Рис. 13. Крестообразная (восьмиобразная) повязка на стопу.

Таблица 1

Применение асептических средств по обработке ран

Раненная поверхность	Характеристика
Резаная	
Колотая	
Ушибленная	
Рубленная	
Рванная	

Контрольные вопросы:

1. Какие виды кровотечений вы знаете?
2. Какими способами может производиться временная остановка кровотечения?
3. В каких случаях применяется временная остановка кровотечения при помощи жгута?
4. Расскажите о правилах наложения жгута.
5. Какие опасности влечет за собой неправильное наложение жгута?

6. В чём заключается первая помощь при ранениях?
7. В чём состоят особенности оказания первой помощи при глубоких ранениях?
8. Какие виды повязок вы знаете?
9. Чем определяется выбор повязки?

Практическое занятие 8. Способы иммобилизации при переломах костей. Правила оказания первой медицинской помощи при ожогах, замерзании и обморожении

Цель: изучить способы оказания первой медицинской помощи при переломах костей черепа, плечевого пояса, грудной клетки и верхних конечностей, нижних конечностей, научиться выполнять иммобилизацию при переломах костей, знать правила и приемы оказания первой медицинской помощи при ожогах, замерзании и обморожении.

Содержание работы:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом.
2. Сымитировать иммобилизацию перелома бедренной кости.
3. Заполнить таблицу «Виды травм, требующие иммобилизации».
4. Заполнить таблицу «Признаки ожогов, охлаждения и обморожения, оказание первой медицинской помощи».
5. Сымитировать оказание первой медицинской помощи при ожоге I степени, ожоги щелочами, кислотами, обморожении носа, пальцев рук и ног.
6. Устно ответить на контрольные вопросы.

Перелом – называется частичное или полное нарушение целостности кости в результате удара, сжатия, сдавливания, перегиба. При полном переломе отломки костей смещаются относительно друг друга, при неполном – на кости образуется трещина.

Переломы бывают:

- **закрытыми**, если кожа над ними не повреждена;
- **открытыми** – с нарушением кожных покровов.

Наиболее опасными являются открытые переломы. Оказывая помощь при них сначала останавливают кровотечение, затем вводят

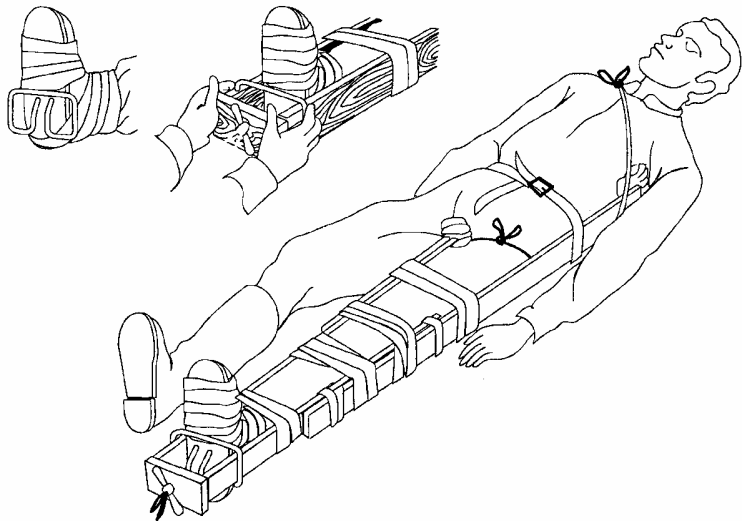
противоболевое средство, на рану накладывают стерильную повязку. После этого, иммобилизируют костные отломки.

Характерными общими признаками переломов костей следует считать сильную боль в момент травмы и после неё, изменение формы и укорочение конечности, и появление подвижности в месте повреждения.

При оказании первой помощи следует стремиться, как можно меньше шевелить сломанную ногу или руку, следует обеспечить покой конечности путём наложения шины, изготовленной из подручного материала, или, при наличии – табельной. Для шины подойдут любые твёрдые материалы: доски фанера, палки, ветки, лыжи.

Шинирование (иммобилизация) конечности только тогда принесёт пользу, если будет соблюдён принцип обездвиживания трёх суставов.

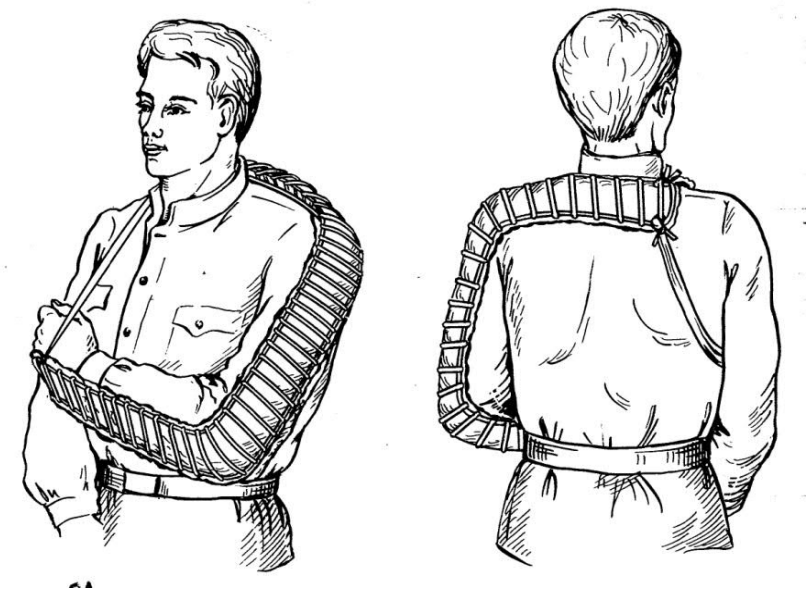
При переломе бедра для создания покоя повреждённой ноге снаружи, от стопы до подмышечной впадины прибинтовываются шины, а по внутренней поверхности – от стопы до промежности. Однако, если уж ничего нет под рукой, можно прибинтовать повреждённую конечность к здоровой.



При переломе голени фиксируют голеностопный и коленный сустав.

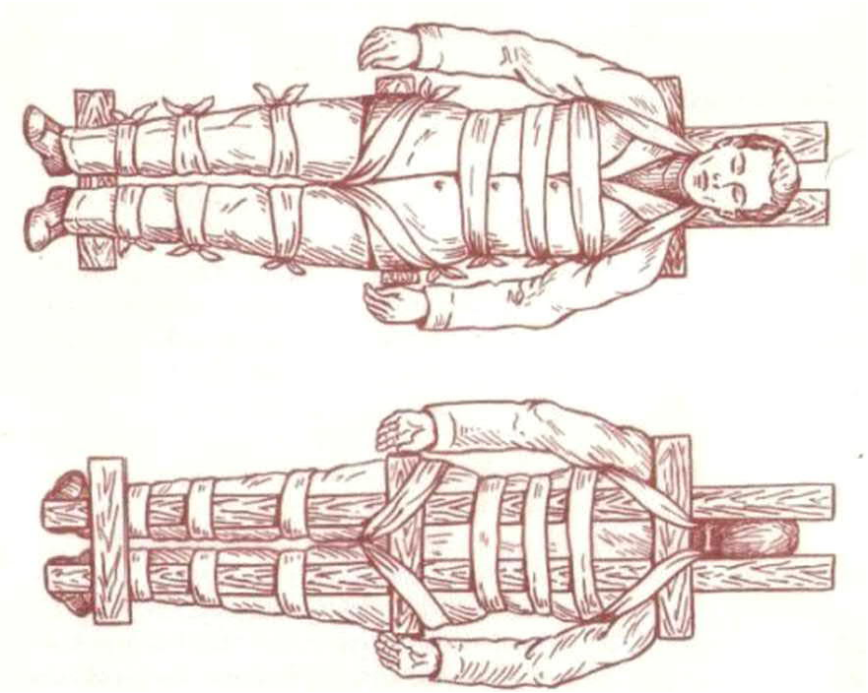
Шинирование верхних конечностей ***при переломах плеча*** и костей предплечья делается так. Согнув повреждённую руку в локтевом суставе и подвернув ладонью к груди, накладывают шину от пальцев до противоположного плечевого сустава на спине. Если под рукой шин не имеется, то можно прибинтовать повреждённую конечность к туловищу или подвесить её на косынке, на поднятую полу пиджака.

Все виды шин накладываются на одежду, но они предварительно должны быть обложены ватой и покрыты мягкой тканью.

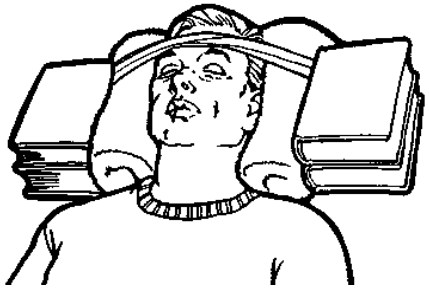


При переломах костей позвоночника и таза появляется сильная боль, исчезает чувствительность, появляется паралич ног. На мягких носилках такого больного перевозить нельзя, можно только на твёрдой гладкой поверхности. Для этой цели используют щит (широкая доска, лист толстой фанеры, дверь, снятая с петель и прочее), который укладывается на носилки.

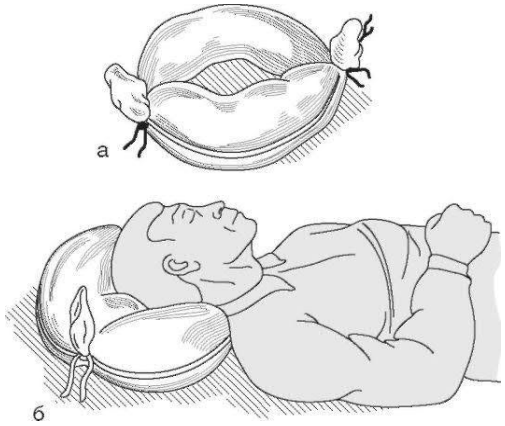
Очень осторожно больного поднимают несколько человек, в один приём, взявшись за одежду, по команде. Больного на щите укладывают на спину, несколько разведя ноги в сторону, подложив под колени плотный валик из сложенного одеяла или плотной одежды.



Человека с ***переломом шейного отдела позвоночника*** перевозят на спине с валиком под лопатками. Голову и шею следует закрепить, обложив их по бокам мягкими предметами.



Наибольшую опасность ***при ушибах головы*** представляют повреждения мозга, которые могут возникнуть даже без повреждения костей черепа. Первая помощь заключается в создании покоя. Пострадавшему придают горизонтальное положение, для успокоения можно дать настойку валерианы (15 – 20 капель), капли Зеленина, к голове – пузырь со льдом или ткань, смоченную холодной водой. При открытых переломах свода черепа особое внимание следует уделить защите раны от инфицирования – на рану накладывают асептическую повязку. Транспортировку пострадавших с ранениями головы, повреждениями костей черепа и головного мозга следует осуществлять на носилках в положении лёжа на спине, при этом голову обкладывают ватой или подсобными средствами (одежда, одеяло, сено, мешочки с песком и др.). Если рана головы расположена в затылочной области, то перевозить пострадавшего следует на боку.

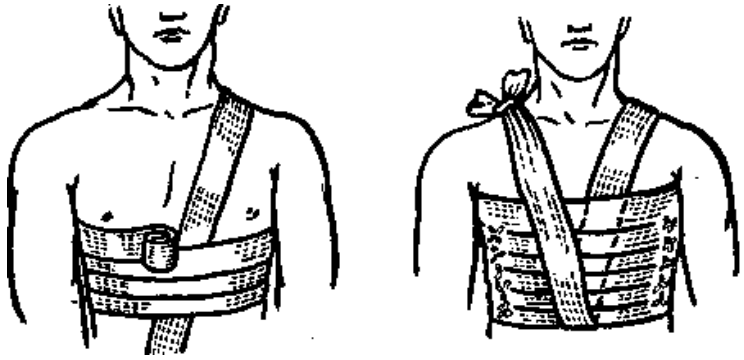


При первичном осмотре порой трудно отличить ушибы и вывихи от переломов костей. В этих случаях первую медицинскую помощь оказывают, как при переломах.

Вывих – это смещение концов костей в суставах относительно друг друга с нарушением суставной сумки. Чаще всего случается в плечевом, реже в тазобедренном, голеностопной и локтевом суставах в результате неудачного падения или ушиба. Характеризуется сильной болью, неподвижностью сустава, изменением его формы. **Вывих самостоятельно вправлять нельзя**, т.к. это только усилит страдание потерпевшего и усугубит травму. При вывихе плечевого сустава рука укладывается на косынку или прибинтовывается к телу.

Растяжения и разрывы связок суставов возникают в результате резких и быстрых движений, которые превышают физиологическую подвижность суставов. Чаще всего страдают голеностопный, лучезапястный, коленный суставы. Отмечается резкая болезненность при движении, отёчность, при разрыве связок – кровоподтёк. Первая помощь – тугое бинтование путём наложения давящей повязки, холодного компресса и создание покоя конечности.

Ушибы – это повреждения тканей и органов без нарушения целостности кожи и костей. Основные признаки – боль, припухлость и кровоподтёки. *Первая помощь* – полный покой ушибленной конечности, возвышенное положение, тугая давящая повязка, холодный компресс.



Ушибы грудной клетки чаще всего встречаются при автомобильных авариях и катастрофах, при падениях во время землетрясений, бурь, ураганов и др. событий. Они могут сопровождаться переломами рёбер. На месте травмы помимо болей, отёка и кровоподтё-

ков при осмотре определяют отломки рёбер, которые могут ранить кожный покров и повредить лёгкие (усиление болей при дыхании, кровохарканье, одышка). Пострадавшему надо придать полусидячее положение, положить на выходе круговую повязку бинтом или полотенцем, чтобы фиксировать отломки рёбер.

Первая медицинская помощь при ожогах

Ожоги возникают вследствие попадания на тело горячей жидкости, пламени или соприкосновения кожи с раскаленными предметами, а также зажигательных средств (напалм, белый фосфор и др.), едких химических веществ (кислоты, щелочи), светового излучения.

В зависимости от температуры и длительности ее воздействия на кожу образуются ожоги разной степени.

Ожоги первой степени – это повреждение рогового слоя клеток кожи, которые проявляются покраснением обожженных участков кожи, незначительным отеком и жгучими болями, довольно быстро проходящими.

При ожогах второй степени – полностью повреждается роговой слой кожи. Обожженная кожа – интенсивно красного цвета, появляются пузыри, наполненные прозрачной жидкостью, ощущаются резкая боль.

Ожоги третьей степени образуются при повреждении более глубоких слоев кожи. На коже помимо пузырей образуются корочки-струпья.

Обугливание кожи, подкожной клетчатки и подлежащих тканей вплоть до костей типично для ожогов *четвертой степени*.

Течение и тяжесть ожогов, а также время выздоровления зависят от происхождения ожога и его степени, площади обожженной поверхности, особенностей оказания первой помощи пострадавшему и многих других обстоятельств. Наиболее тяжело протекают ожоги, вызванные пламенем, т.к. температура пламени на несколько порядков выше температуры кипения жидкостей.

Необходимо быстро удалить пострадавшего из зоны огня. Если на человеке загорелась одежда, нужно без промедления снять ее или набросить одеяло, пальто, мешок, шинель, тем самым, прекратив к огню доступ воздуха.

После того как с пострадавшего сбито пламя, на ожоговые раны следует наложить стерильные марлевые или просто чистые повязки

из подручного материала. При этом не следует отрывать от обожженной поверхности прилипшую одежду, лучше ее обрезать ножницами. Пострадавшего с обширными ожогами следует завернуть в чистую свежевыглаженную простыню.

Возникшие пузыри ни в коем случае нельзя прокалывать. Повязки должны быть сухими, ожоговую поверхность не следует смазывать различными жирами, яичным белком.

Этим можно нанести человеку еще больший вред, т.к. повязки с какими-либо жирами, мазями, маслами, красящими веществами только загрязняют ожоговую поверхность, способствуют развитию нагноения раны. Красящие дезинфицирующие вещества «затемняют» рану, поэтому в случае их применения врачом в больнице трудно определить степень ожога и начать правильное лечение.

В последние годы, в связи с постоянным и широким использованием химических веществ в промышленности, сельском хозяйстве и в быту, участились случаи ожогов химическими веществами. Химические ожоги возникают в результате воздействия на кожу и слизистые оболочки концентрированных неорганических и органических кислот, щелочей, фосфора. Некоторые химические соединения на воздухе, при соприкосновении с влагой или другими химическими веществами легко воспламеняются или взрываются, вызывают термохимические ожоги. Чистый фосфор самовоспламеняется на воздухе, легко прилипает к коже и вызывает также термохимические ожоги.

Одежду, пропитанную химическим соединением, необходимо снять, разрезать прямо на месте происшествия самим пострадавшим или его окружающими. Попавшие на кожу химические вещества следует смыть большим количеством воды из-под водопроводного крана до исчезновения специфического запаха вещества, тем самым, предотвращая его воздействие на ткани организма.

На поврежденные участки кожи накладывается повязка с нейтрализующим или обеззараживающим средством или чистая и сухая повязка. Мазевые (вазелиновые, жировые, масляные) повязки только ускоряют проникновение в организм через кожу многих жирорастворимых химических веществ (например, фосфора). После наложения повязки нужно попытаться устранить или уменьшить боли, для чего дать пострадавшему внутрь обезболивающее средство.

Как правило, ожоги кислотами обычно глубокие. На месте ожога образуется сухой струп. При попадании кислоты на кожу следует обильно промыть пораженные участки под струей воды, затем обмыть их 2 % раствором питьевой соды, мыльной водой, чтобы нейтрализовать кислоту; и наложить сухую повязку. При поражении кожи фосфором и его соединениями кожа обрабатывается 5% раствором сульфата меди и далее 5-10 % раствором питьевой соды.

Оказание первой помощи при ожогах щелочами такое же, как и при ожогах кислотой, с той лишь разницей, что щелочи нейтрализуют 2 % раствором борной кислоты, растворами лимонной кислоты, столового уксуса.

Первая медицинская помощь при обморожениях

Обморожения – это повреждение тканей в результате воздействия низких температур (воздуха, при соприкосновении с холодным металлом на морозе, жидким или сжатым воздухом или сухой углекислотой).

Но необязательно обморожение может наступить только на морозе. Известны случаи, когда отморожение наступало при температуре 0°С при повышенной влажности и сильном ветре, особенно если на человеке мокрая одежда и обувь. Предрасполагают к отморожению также общее ослабление организма вследствие перенапряжения, утомления, голода и алкогольного опьянения.

Различают 4 степени обморожения: 1, 2, 3, 4 степени.

Чаще всего подвергаются отморожению пальцы ног и рук, ушные раковины, нос, щеки.

Необходимо как можно быстрее восстановить кровообращение отмороженных частей тела путем их растирания и постепенного согревания. Пострадавшего желательно занести в теплое помещение с комнатной температурой и продолжать растирание отмороженной части тела. Если побелели щеки, нос, уши, достаточно растереть их чистой рукой до покраснения и появления покалывания и жжения. Лучше всего растирать отмороженную часть спиртом, водкой, одеколоном или любой шерстяной тканью, фланелью, мягкой перчаткой. ***Снегом растирать нельзя,*** т.к. снег не согревает, а еще больше охлаждает отмороженные участки и повреждает кожу.

Обувь с ног следует снимать крайне осторожно, чтобы не повредить отмороженные пальцы. Если без усилий это сделать невозможно, то обувь распарывают ножом по шву голенища. Одновременно с растиранием пострадавшему надо дать горячий чай, кофе.

После порозовения отмороженной конечности ее надо вытереть досуха, протереть спиртом или водкой, наложить чистую сухую повязку и утеплить конечность ватой или тканью. Если кровообращение плохо восстанавливается, кожа остается синюшной, следует предположить глубокое отморожение и немедленно пострадавшего отправить в больницу.

Переохлаждение (замерзание) наступает при охлаждении всего организма. Оно случается с людьми заблудившимися, выбившимися из сил, изнуренными или истощенными болезнями. Чаще всего замерзают лица, находящиеся в состоянии алкогольного опьянения.

При развивающемся общем замерзании вначале появляется чувство усталости, скованности, сонливости, безразличия. При снижении температуры тела на несколько градусов возникает обморочное состояние. Продолжающееся воздействие холода быстро приводит к остановке дыхания и кровообращения.

Пострадавшего, прежде всего, надо перенести в теплое помещение, а затем приступить к постепенному согреванию. Лучше всего согревать в ванне с водой комнатной температуры. Проводя последовательный осторожный массаж всех частей тела, воду постепенно нагревают до 36°С. При появлении розовой окраски кожи и исчезновении окоченения конечностей проводят мероприятия по оживлению: искусственное дыхание, массаж сердца. Как только появятся самостоятельное дыхание и сознание, пострадавшего переносят на кровать, тепло укрывают, дают горячий кофе, чай, молоко. Пострадавшие обязательно должны быть доставлены в лечебное учреждение.

Задание. Заполнить таблицу «Признаки ожогов, охлаждения и обморожения, оказание первой медицинской помощи».

	Признаки	Первая медицинская помощь
Ожог I степени		
Ожог II степени		
Ожог III степени		
Ожог IV степени		
Обморожение		
Переохлаждение		

Контрольные вопросы:

1. Какие приемы оказания П.М.П. при ожогах и обморожении являются общими?
2. Охарактеризуйте обморожение 1, 2, 3 и 4 степеней.
3. Использование, каких средств усложняет заживление ран при ожогах и обморожениях, а также способствуют заражению ран?

Список рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Косолапова, Н.В. Безопасность жизнедеятельности: учебник / Косолапова Н.В., Прокопенко Н.А. - Москва: КноРус, 2020. - 192 с. - (СПО). - ISBN 978-5-406-01422-6. - URL: https://book.ru/book/935682 - Текст: электронный.
2. Косолапова, Н.В. Безопасность жизнедеятельности. Практикум: учебное пособие / Косолапова Н.В., Прокопенко Н.А. - Москва: КноРус, 2020. - 155 с. - (СПО). - ISBN 978-5-406-07468-8. - URL: https://book.ru/book/932500 - Текст: электронный.
3. Микрюков, В. Ю., Основы военной службы: учебник / В. Ю. Микрюков, В. Г. Шамаев. – Москва: КноРус, 2023. – 505 с. – ISBN 978-5-406-11238-0. – URL: https://book.ru/book/948607 – Текст: электронный.

Дополнительная литература

1. Крылова, О. К. Законодательство в области безопасности жизнедеятельности: учебное пособие / О. К. Крылова, Н. Г. Черкасова. - Красноярск: СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2019. - 90 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/147490. - Режим доступа: для авториз. пользоват.
2. Конституция Российской Федерации
3. Федеральный закон №68 от 21.12.94г. «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
4. Федеральный закон «О безопасности» от 28.12.2010 №390-ФЗ.
5. Федеральный закон «О пожарной безопасности» от 21.12.1994 №69-ФЗ.
6. Федеральный закон «О безопасности дорожного движения» от10.12.1995 №196-ФЗ.
7. Федеральный закон «Об обороне» от31.05.1996 №91-ФЗ.
8. Федеральный закон «О гражданской обороне» от 12.02.1998 №28-ФЗ.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ 3
1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА 5
2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ 6
3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ 7
Практическое занятие 1. Нормативно-правовая база Российской Федерации по обеспечению безопасности личности, общества и государства 7
Практическое занятие 2. Использование средств индивидуальной защиты. Средства коллективной защиты от оружия массового поражения. Приборы радиационной, химической разведки и дозиметрического контроля 17
Практическое занятие № 3. Правила поведения населения в условиях природных чрезвычайных ситуаций 45
Практическое занятие № 4. Отработка порядка и правил действий при возникновении пожара, пользовании средствами пожаротушения. Основные способы и средства тушения пожаров. Основные огнегасительные вещества 51
Практическое занятие 5. Основные способы защиты персонала, объектов экономики и населения. Рациональное размещение объектов экономики с позиции их безопасности. Восстановление утраченной устойчивости функционирования объекта экономики 79
Практическая работа 6. Состав вооруженных сил Российской Федерации дни воинской славы России – дни славных побед 92
Практическая работа 7. Основные способы остановки кровотечений. Профилактика осложнений ран 111
Практическое занятие 8. Способы иммобилизации при переломах костей. Правила оказания первой медицинской помощи при ожогах, замерзании и обморожении 128
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 139

Лицензия: ЛР. № 020574 от 6 мая 1998 г.

Электронная версия. 26.12.2023 г.
Бумага формат А4 (210х297 мм), масса 80 г/м^2.
Усл.печ.л. 8,75. Заказ 37.

362040, Владикавказ, ул. Кирова, 37.
Типография ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет»

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат:
3EE7962F03675FD1CCC681245B854EBA
Владелец: Гогаев Олег Казбекович
Действителен: с 04.12.2023 до 26.02.2025

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Горский государственный аграрный университет»
(ФГБОУ ВО Горский ГАУ)

ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Методические рекомендации к лабораторным занятиям
для обучающихся по специальности 35.02.05 Агрономия

Владикавказ, 2024

УДК 664.8(075.8)
ББК 36.9

Составитель: Тохтиева Л.Х.

Рецензент: Басиев С. С. – профессор, доктор с.-х. наук, заведующий кафедрой агрономии, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО Горский ГАУ.

Хранение и переработка продукции растениеводства: методические рекомендации к лабораторным занятиям / Составитель: Л.Х. Тохтиева. – Владикавказ: ФГБОУ ВО Горский ГАУ, 2024. 81 с

Рассматриваются вопросы хранения и переработки продукции растениеводства и методы определения качества продукции для закладки на хранение и переработки продукции. Обозначенные в методических рекомендациях разделы позволяют систематизировать знания по технологии хранения и переработки продукции растениеводства. Каждая тема снабжена конкретными заданиями для самостоятельной работы, даны рекомендации по выполнению лабораторных работ. Методические рекомендации предназначены для обучающихся по специальности 35.02.05 Агрономия. Данное издание подготовлено по дисциплине «Хранение и переработка продукции растениеводства»

© Тохтиева Л.Х., 2024
© ФГБОУ ВО Горский ГАУ, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение
	Правила безопасности при работе в учебной лаборатории
Раздел 1	Теоретические основы хранения семенного, продовольственного и кормового зерна
Работа1.1.	Методы отбора проб и подготовка образцов к анализу. Определение влажности зерна
Работа1.2.	Определение зараженности и засоренности зерна
Работа1.3.	Определение натурной массы зерна
Работа1.4.	Определение количества и качества сырой клейковины в зерне
Работа1.5.	Определение скважистости и обеспеченности зерновой массы воздухом
Работа1.6.	Количественно – качественный учет зерна при хранении
Работа 1.7.-1.8	Составление плана послеуборочной обработки зерна на току
Раздел -2.	Основы переработки зерна и маслосемян, теоретические основы и методы хранения плодоовощной продукции и
Работа2.1.	Оценка качества печеного хлеба
Работа2.2.	Оценка качества растительного масла
Работа2.3.	Расчет емкости буртов и площади участка под бурты
Работа2.4.	Составление плана размещения плодоовощной продукции в стационарных хранилищах
Работа 2.5.-2.6.	Количественно - качественный учет плодоовощной продукции и картофеля при хранении
	Рекомендуемая литература
	Глоссарий
	ПРИЛОЖЕНИЯ

ВВЕДЕНИЕ

Целями освоения дисциплины «Хранение и переработка продукции растениеводства» являются:

- ознакомление студентов с основными проблемами, имеющими место при хранении и переработке продукции растениеводства.
- изучение факторов, обуславливающих качество и потери продукции, ознакомление с режимами и способами хранения зерна, плодов и овощей, основных направлений переработки продукции растениеводства и изучение основных путей совершенствования технологии переработки.

Задачами изучения дисциплины являются:

- изучение путей снижения потерь и повышения качества продукции растениеводства;
- ознакомление с основными типами хранилищ для зерна, плодов, овощей, правилами наблюдения за хранящейся продукцией;
- изучение технологии хранения продукции растениеводства;
- освоение технологий переработки зерна и маслосемян.

Методические рекомендации разработаны в соответствии с программой курса по технологии хранения и переработки растениеводческой продукции для студентов по специальности 35.02.05 Агрономия.

Основная цель методических указаний – помочь студентам в выполнении лабораторно-практических работ по разделам названного курса. В нем излагаются основные сведения о технологических процессах хранения и переработки продукции растениеводства, направленных на повышение качества и сокращение потерь при хранении.

При выполнении лабораторных работ рекомендуется использовать действующие стандарты на сельскохозяйственные продукты и новейшие методы определения их качества, что способствует освоению специальной терминологии, принципов нормирования.

Перед выполнением каждой работы студент обязан знать целевое назначение работы, сущность и значение определяемого показателя качества и факторы, влияющие на этот показатель, правила работы с прибором, технику проведения анализа, порядок и технику оформления результатов и др.

При выполнении работ студент получает необходимые для занятий посуду, реактивы, образцы продуктов (зерно, овощи, картофель и др.).

К выполнению лабораторных занятий студенты допускаются только после ознакомления с основными правилами техники безопасности в учебной лаборатории.

ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В УЧЕБНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.

1.1. Настоящая Инструкция определяет требования охраны труда во время проведения занятий в учебных лабораториях.

1.2. Студенты допускаются к выполнению работы только после вводного инструктажа по охране труда на рабочем месте, а также обучения оказанию первой помощи пострадавшим от несчастных случаев (получения травм в лаборатории).

1.3. Проведение первичного инструктажа на рабочем месте в лаборатории со студентами, оформление журнала Контрольных листов, допуск студентов к выполнению лабораторных работ осуществляет преподаватель, ведущий эти лабораторные работы.

1.4. Работающий в лаборатории обязан:

1.4.1. Выполнять инструкцию по охране труда и правила внутреннего распорядка..

1.4.2.Применять спецодежду (халаты) и другие средства индивидуальной защиты.

1.4.3. Не допускать на рабочее место лиц, не имеющих отношения к выполняемой работе.

1.4.4. Уметь оказывать доврачебную помощь пострадавшим студентам и самопомощь при несчастном случае.

1.4.5. Выполнять только ту работу, по которой прошел обучение и инструктаж по охране труда и допущен к ее проведению.

1.4.6. Немедленно сообщать (зав. кафедрой, зав. лабораторией) о замеченных неисправностях электрооборудования (нарушена изоляция или оборваны провода, открыт или поломан электрораспределительный щит и т.д.) и других нарушениях требований безопасности, а также о несчастных случаях.

1.4.7.Уметь пользоваться средствами пожаротушения (огнетушителями, внутренним пожарным краном и др.).

1.4.8. Соблюдать правила личной гигиены.

1.4.9. Разрешается применение в работе технически исправного оборудования, введенного в эксплуатацию установленным порядком.

1.4.10.За нарушения требований по охране труда виновные привлекаются к дисциплинарной ответственности в соответствии с действующим законодательством.

2. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕД НАЧАЛОМ РАБОТЫ.

2.1. Перед началом работы студент обязан:

2.1.1. Изучить (уяснить) задание на проведение предстоящих работ и получить инструктаж по безопасному их проведению.

2.1.2. Надеть спецодежду и использовать другие установленные для данного вида работ средства индивидуальной защиты.

2.1.3. Привести в порядок рабочее место, убрать все мешающие работе предметы.

2.1.4. Подготовить к работе оборудование, реактивы, приспособления и инструмент, проверить их исправность. Проверить исправность вентиляции и заземлений.

2.1.5. Получить задание у руководителя работ, осмотреть и подготовить к работе реактивы, лабораторную посуду, надтреснутую посуду изъять из обращения. Проверить наличие надписей на склянках и бутылях.

2.1.6. Включить местное освещение и проверить исправность вентиляции (при их наличии).

2.1.7. Проверить наличие противопожарного инвентаря и доступа к нему, укомплектованность мед. аптечки средствами оказания первой помощи.

2.2. В случае обнаружения неисправностей оборудования, при отсутствии необходимой документации - к работе не приступать и поставить в известность зав. лабораторией (зав. кафедрой).

3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ВО ВРЕМЯ РАБОТЫ.

3.1. До начала работы ознакомиться с оборудованием, проверить исправность ограждений и предохранительных устройств.

3.2. Не включать и не выключать без разрешения преподавателя рубильники и приборы. Следить за изоляцией проводов и оборудования. Перед пуском машины или аппарата предупредить находящихся вблизи студентов.

3.3. При выполнении задания нельзя ходить по лаборатории или за воду без особой необходимости, так как это отвлекает внимание товарищей, не оставлять без наблюдения приборы.

3.4. Нельзя пробовать реактивы на вкус.

3.5. Горячие и раскаленные предметы необходимо ставить только на асбестовую сетку.

3.6.При работе бутыли с кислотой или щелочью переносить только в футлярах или корзинах; переливать кислоту только через воронку; при разбавлении кислоты, имеющей больший удельный вес, ее надо приливать к воде (помешивая стеклянной палочкой), а не наоборот.

3.7.При нагревании жидкости в пробирке отверстие ее надо направлять в сторону от себя и от соседа во избежание ожогов, которые могут произойти в результате выбрасывания или разбрызгивания жидкости.

3.8.При проведении опытов с горючими газами нельзя их поджигать, не убедившись в отсутствии поблизости гремучих смесей.

3.9.При выполнении анализов работать спокойно, стоя.

3.10. Тщательно следить за изоляцией проводов и оборудования; аккуратно включать рубильники и электроприборы.

3.11. В случае воспламенения горючих жидкостей быстро погасить горелки, выключить электронагревательные приборы и принять меры к тушению пожара. В лаборатории иметь огнетушители и другие противопожарные средства.

4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.

4.1. При замеченных неисправностях применяемого оборудования и инструмента или создании аварийной обстановки при выполнении работ учащийся обязан:

4.1.1. Немедленно остановить (выключить) оборудование и прекратить работы.

4.1.2. Предупредить учащихся об опасности.

4.1.3. Поставить немедленно в известность своего непосредственного начальника и способствовать устранению аварийных ситуаций, а также их расследованию в целях разработки противоаварийных мероприятий.

4.1.4. Производить устранение самых неотложных неисправностей со строгим соблюдением требований безопасности, изложенных в инструкции по охране труда при эксплуатации соответствующего вида оборудования.

4.2. При несчастных случаях со студентами оказать им доврачебную помощь, немедленно поставить в известность зав. лабораторией (зав. кафедрой).

4.2.1. При поражении электротоком освободить пострадавшего от действия электротока путем отключения источника питания или с использованием других средств (оттаскиванием за сухую одежду, перерубанием проводов и др.) и вызвать врача. Если пострадавший без сознания и не дышит, немедленно приступить к проведению искусственного дыхания.

4.2.2. При получении травмы смазать кожу вокруг раны йодом и наложить стерильную повязку. При необходимости, обратиться к врачу.

4.2.3. При термическом ожоге нельзя касаться руками обожженных участков кожи или смазывать их мазями, жирами, вазелином и т.д.
Необходимо наложить на обожженный участок кожи стерильную повязку.

4.2.4. При химическом ожоге пораженное место промыть большим количеством холодной проточной воды в течение 15 – 20 минут, затем обработать соответствующими нейтрализующими растворами, используемыми в качестве примочек (повязок). При ожоге кислотой делать примочки (повязки) раствором питьевой соды (одна чайная ложка на стакан воды). При попадании кислоты в глаза или полость рта промыть их водой, затем раствором питьевой соды (половина чайной ложки на стакан воды).

При ожоге кожи щелочью делать примочки раствором борной кислоты (одна чайная ложка на стакан воды) или слабым раствором уксусной кислоты (одна чайная ложка столового уксуса на стакан воды). При попадании щелочи в

глаза или полость рта промыть их большим количеством воды, а затем раствором борной кислоты (половина чайной ложки кислоты на стакан воды).

5. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПО ОКОНЧАНИИ РАБОТЫ.

5.1. По окончании работы студент обязан:

5.1.1. Привести в порядок рабочее место, расставить лабораторную посуду в места их хранения.

5.1.2. Отключить оборудование, приборы, водопроводные краны, вентиляцию, которыми пользовался во время работы.

5.2. Снять спецодежду и поместить в специально предназначенное для ее хранения место.

5.3. Вымыть руки и лицо теплой водой с мылом.

5.4.Обо всех недостатках, выявленных во время работы, студент должен сообщить своему руководителю работ.

Раздел 1.Теоретические основы хранения семенного, продовольственного и кормового зерна

Работа 1.1. Методы отбора проб и подготовка образцов к анализу. Определение влажности зерна

Методы отбора проб и подготовка образцов зерна к анализу (ГОСТ 13586.3 - 2015)

Цель работы. Освоить методику отбора проб и подготовку образов зерна к анализу.

Зерно может быть куплено государством, принято в хранилище или переработано лишь только тогда, когда органолептическим и лабораторным анализами будет установлено его качество.

Каждая партия зерна (любое количество зерна, однородного по органолептической оценке), предназначенная для приема или отпуска, анализируется по ряду показателей качества, характеризующих его пищевую и кормовую ценность, возможность и целесообразность переработки в те или иные продукты, а также стойкость при хранении.

Оценка качества продукции и расчет на нее осуществляются по результатам анализа среднего образца, полученного от данной партии. Эти образцы должны отражать среднее качество всей партии. Правила взятия выемок, составление исходного и выделение из него среднего образца регламентируются государственным стандартом (ГОСТ13586.3 - 2015) и обязательны для выполнения.

Учет, хранение и переработка зерна производится по партиям. Под партией понимают любое количество зерна, однородное по качеству, предназначенное к одновременной приемке, отгрузке или одновременному хранению, оформленное одним документом о качестве.

В связи с тем, что партии зерна иногда состоят из сотен и тысяч килограммов или тонн, определить показатели качества возможно только путем взятия от каждой партии небольшого образца. При этом качество зерна всей продукции. Добиться этого практически очень сложно. Поэтому взятию среднего образца для анализа при определении качества уделяется большое внимание.

Чтобы средний образец правильно отражал качество исследуемой партии зерна, его составляют путем отбора небольших выемок (проб) из разных участков насыпи или транспортных средств.

Из автомобилей с длиной кузова до 3,5м точечные пробы (выемки) отбирают в четырех точках, с длиной кузова от 3,5 до 4,5 – в шести точках, с длиной кузова от 4,5 и более - в восьми точках на расстоянии от 0,5 до 1 м от переднего и заднего бортов и на расстоянии около 0,5м от боковых бортов.

Образец зерна из партии, хранящейся в закроме, составляют из 15 проб, полученных в пяти точках насыпи (по углам и в центре) из трех слоев (сверху, с середины и снизу). Крупные партии зерна условно разделяют на секции 100 $м^2$ поверхности насыпи и в каждой отбирают по 15 проб. Из партии зерна, хранящейся в мешках, уложенных в штабель, число проб зависит от количества

мешков. Точечные пробы зерна, хранящегося в складах и на площадках при высоте насыпи до 1,5 м, отбирают ручным щупом, при большей высоте насыпи – складским щупом с навинчивающими штангами. Наиболее распространенными щупами являются конусный и мешочный, а также механизированный пробоотборник А1-УП-2-А.

Порядок отбора точечных проб из мешков зависит от величины партии. Из зашитых мешков точечные пробы (выемки) отбирают мешочным щупом в трех доступных точках мешка. Щуп вводят по направлению к средней части мешка желобком вниз, затем поворачивают на 180 градусов и вынимают. Образовавшееся отверстие заделывают крестообразным движением острия щупа, сдвигая нити мешка.

Составление объединенной пробы (исходного образца). Совокупность всех выемок образует объединенную пробу. Однако точечные пробы объединяют только в том случае, если они однородны по органолептической оценке. Если объединенная проба не превышает 2кг, то она одновременно является и средней пробой.

Если средняя проба отбирается из транспортных средств, доставляющих зерно в течение суток с одного и того же хозяйства и поля, то такую пробу называют среднесуточной.

Среднесуточную пробу формируют в чистой, герметической емкости, на которой должны быть указаны: наименование хозяйства, номер бригады, культура, сорт, дата и др. Общая масса точечных проб из первого автомобиля во всех случаях должна быть не менее 2 кг и полностью использоваться для формирования среднесуточной пробы.

Схема формирования приводится на рисунке 1.

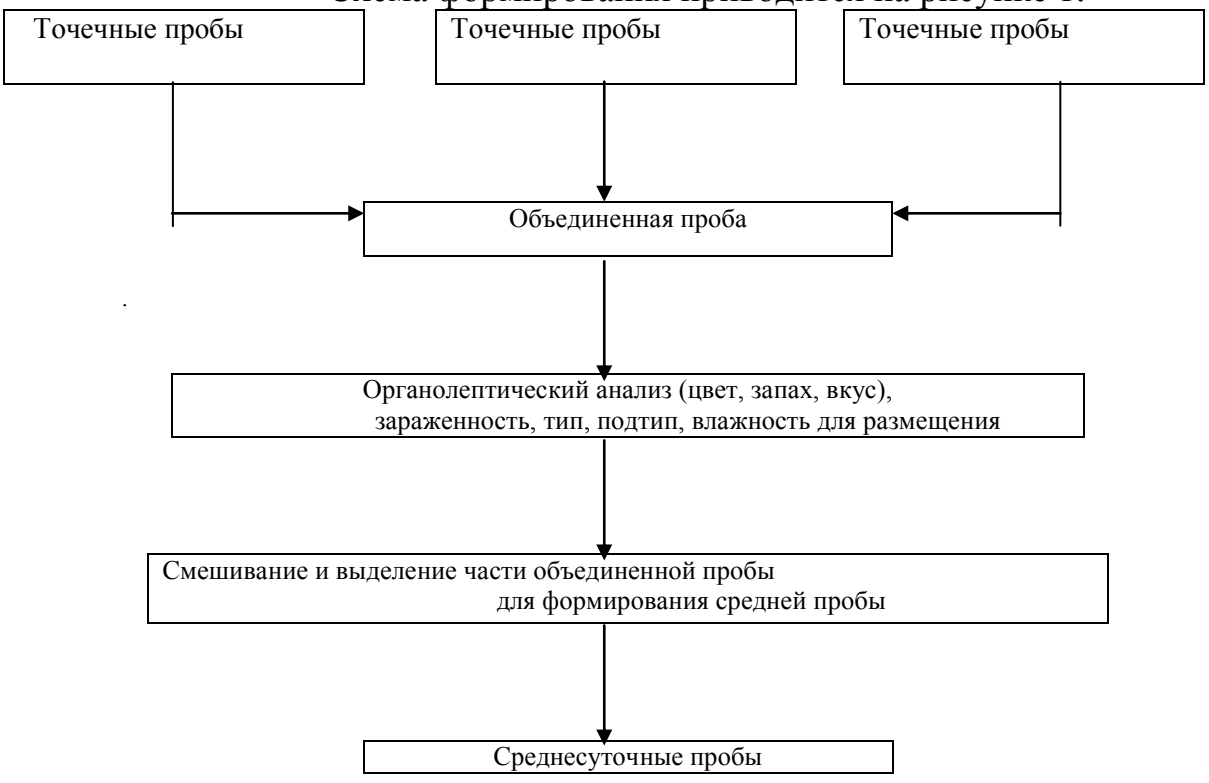


Рис. 1. Формирование среднесуточной пробы

Отбор точечных проб и составление объединенной и среднесуточной пробы кукурузы в початках. Из кузова автомобиля точечные пробы кукурузы в початках отбирают от насыпи в двух точках в зонах, расположенных по продольной осевой линии на расстоянии 0,5-0,7м от переднего и заднего бортов кузова.

В каждой точке отбора удаляют верхние початки и затем с глубины примерно 10-15см извлекают подряд без выбора по пять лежащих рядом початков.

Из складов, навесов, площадок выемки кукурузы в початках отбирают следующим образом: поверхность насыпи условно делят на секции площадью примерно 100м^2 каждая. В каждой секции точечные пробы отбирают на равном расстоянии друг от друга в трех местах: в складах и навесах – по диагонали. Точечные пробы отбирают в двух слоях на глубине 10см и 1м по 16-17 любых рядом лежащих початков на расстоянии 3м от стен склада или края насыпи.

Всего в каждой секции должно быть отобрано 100 початков. Отобранные точечные пробы объединяют и составляют объединенную пробу. Объединенная проба одновременно является и средней пробой.

Формирование средней и среднесуточной пробы кукурузы в початках. При формировании среднесуточной пробы однородными считаются партии кукурузы в початках, относящихся к одному типу, сорту (гибриду), поколению и однородные по остальным показателям качества, определяемым органолептическим методом.

Для кукурузы в початках, доставленной без сортового документа, тип определяют по объединенной пробе, отобранной от каждого автомобиля (прицепа), остальные показатели – по средней пробе, выделенной из среднесуточной пробы.

При поступлении от одного хозяйства початков кукурузы, представляющих смесь типов, но однородных по остальным показателям качества, от этой партии формируют определенную среднесуточную пробу.

Среднесуточную пробу формируют следующим образом: объединенные пробы, отобранные от каждого автомобиля (прицепа), помещают в крафт-мешки. После заполнения крафт-мешков последовательно отбирают каждый десятый початок и переносят в другую тару.

Для составления средней пробы из тары, в которой хранится среднесуточная проба, последовательно без выбора берут по одному любому початку через определенное их количество. В результате должна получится средняя проба из 10 початков для определения выхода зерна из початков кукурузы и последующего определения ее качества.

При проведении анализов из средней пробы зерна отбирают навески не менее чем в двукратной повторности.

Порядок и сроки хранения образцов зерна. Средние пробы, выделенные из среднесуточных проб, хранят до полного завершения анализов, но не менее 24 часов.

От среднего образца в первую очередь отделяют 100г зерна для определения влажности. Чтобы зерно не теряло влагу, и не было ошибки в анализе, его помещают в герметичную тару. Если нет специальной тары, то его помещают в бутылку и закрывают герметично.

Средние пробы от партий зерна, отгружены по всем назначениям (кроме местного), необходимо сохранять не менее 1 месяца, а при разногласиях образцы хранят до полного рассмотрения разногласий.

Образцы от партий зерна, отгруженных на экспорт, сохраняют в течение 3 месяцев при отгрузке железнодорожным транспортом и 6 месяцев – водным транспортом. Если же образцы взяты из партий, поступивших из-за рубежа водным транспортом, сохраняют 3 месяца.

Масса средней пробы зависит от методов, количества анализов, размера партий, вида культуры и других факторов, но не должна быть менее 2кг.

Образцы желательно хранить при температуре ниже + 10°С.

Задание 1. Выпишите из стандарта определения основных понятий:

Партия_____
_____
Точечная проба_____
_____
_____
Объединенная проба_____
_____
Средняя проба_____
_____
_____
Среднесуточная проба_____
_____
Навеска_____
_____

Задание: 2.

1. Изучить основные правила приемки зерна заготовительными организациями.

2. Ознакомьтесь со щупами и работой делителя БИС -1.

3. Начертите схемы отбора проб из кузова автомашин, насыпи зерна в складе.

_____
_____
_____
_____
_____

Приборы, материалы, реактивы.

1. Образцы зерна.
2. Щупы.
3. Весы.
4. Анализные доски, шпатели, совочки.

5. Делители – смешиватели зерна.

Контрольные вопросы:

1. Определение основных понятий зерна, выемка (точечная проба), исходный образец, среднесуточный образец, средний образец, навеска.
2. Методика отбора проб из автомашины, зерна, хранящегося на складе и затаренного в мешки.
3. Порядок формирования объединенной, средней и среднесуточной проб.

Определение влажности зерна и семян

Цель работы. Освоить методику определения влажности зерна и семян.

Значение. Под влажностью партии зерна понимают количество содержащейся в ней гигроскопической воды, выраженное в процентах.

Влажность, как показатель качества зерна, имеет большое значение при хранении и переработке. Зерно влажное дышит интенсивно, легко поражается микроорганизмами, самосогревается и теряет качество. Зерно с высокой влажностью плохо поддается также переработке при производстве из него муки и крупы. Поэтому содержание влаги в зерне нормируется, и государство, покупая его у колхозов и совхозов, оплачивает полной ценой только партии с определенным уровнем влажности.

Содержание воды в зерне основных злаковых культур нормируется базисными кондициями и колеблется в пределах 14-17%, в зависимости от районов производства. Если содержание воды в зерне превышает установленную норму, то при покупке имеют место скидки с массы (процент за процент) и взимается плата за сушку по 0,4% закупочной цены за каждый процент удаляемой влаги. При влажности зерна ниже базисных кондиций начисляется соответствующая надбавка к массе.

Порядок работы. Вода в зерне может быть в следующих видах: химически связанная, физико-химически связанная и механически связанная.

Химически связанная вода входит в состав молекул веществ (белков, углеводов и др.), и можно извлечь ее только при очень высокой температуре (при прокаливании). При такой температуре разрушается структура веществ, входящих в зерно.

Физико-химически связанная вода входит в состав зерна в различных соотношениях и представлена в основном адсорбционно-связанной и осмотически поглощенной влагой. Если в зерне содержится только физико-химически связанная вода, то физиологические процессы в нем проходят в замедленном темпе.

Механически связанная вода размещается в микро- и макрокапиллярах зерна. Она резко активизирует все биологические процессы в зерне и называется свободной. Свободная влага при высушивании легко удаляется из зерна.

Вода, удаляемая из зерна при его высушивании в целом или размолотом виде (при 105°С до постоянной массы), называется гигроскопической. Она включает свободную и почти всю физико-химически связанную влагу.

Для определения гигроскопической влажности применяются прямые и косвенные методы.

К прямым относится метод дистилляции, основанный на отгонке воды в определенной навеске зерна (50-100 г). По объему отгоняемой воды определяют процентное содержание влаги в зерне.

К косвенным методам относятся:

1. Определение влажности высушиванием навески (по сухому остатку). Этот метод используется в различных модификациях.
2. Определение влажности на электровлагомерах по электропроводности и электроемкости. Хотя применение электровлагомеров позволяет сократить время анализа до 1-2 мин., однако, в связи с меньшей точностью этого метода, пока стандартным считается определение влажности высушиванием.

Метод высушивания. Если влажность зерна не превышает 18%, то ее определяют без предварительного высушивания.

Одновременно с выделением среднего образца для анализа отбирают 100 г зерна и помещают в банку с притертой пробкой. Из этой навески отбирают 30 г зерна для размола на лабораторной мельнице ЛЗМ. Не отделяя примесей, навеску размалывают в течение 30 с. Измельченное зерно (шрот) быстро помещают в банку с притертой пробкой, хорошо перемешивают, охлаждают и из разных мест совочком отбирают две навески по 5 г в два предварительно подготовленных бюкса. Бюксы должны быть заранее вымыты, высушены и взвешены. Взвешивают бюксы на технических весах с точностью до 0,01 г. Температуру сушильного шкафа (СЭШ-3М) в случае работы без терморегулятора доводят до 140-145°С, ставят в шкаф бюксы с подложенными под них крышечками и быстро закрывают шкаф. Температура при этом падает до 130°С. Затем контактный термометр включают на температуру 130°С. Как только сигнальная лампочка отключится (при достижении 130°С), замечают время. Через 40 минут бюксы вынимают тигельными щипцами, закрывают каждый бюкс крышкой и переносят в эксикатор для охлаждения. За 10-15 минут бюксы охлаждаются и можно их взвешивать. По разности массы до и после высушивания определяют потерю влаги. Влажность зерна (В) в процентах к взятой навеске рассчитывают по формуле:

$$B = \frac{a \cdot 100}{б},$$

где а — усушка;

б — масса навески измельченного зерна до сушки.

При навеске равной точно 5 г, влажность зерна можно рассчитать умножением величины усушки на коэффициент 20.

Определение влажности с предварительным подсушиванием.

Этот метод применяется тогда, когда влажность зерна превышает 18%. Такое зерно с трудом размалывается, и при определении его влажности обычным способом возможны значительные ошибки.

На технических весах отвешивают 20 г зерна, помещают его в фарфоровую чашку емкостью 50 мл и подсушивают в сушильном шкафу при температуре 105°С в течение 30 мин. Затем охлаждают и взвешивают.

Подсушенное зерно измельчают до нужной крупности (проход через сито с размером ячеек 0,8 мм не менее 50—60%) помола и отвешивают две навески по 5 г в предварительно оттарированные бюксы. Высушивание также ведется при температуре 130°С в течение 30 мин.

Процентное содержание влаги (X) определяют по формуле:

$$X = 100 — A \cdot B,$$ где

А — масса 20-граммовой навески неразмолотого зерна после предварительного подсушивания;

В — масса 5-граммовой навески размолотого зерна после высушивания, г.

Определение влажности зерна на влагомерах

В хозяйствах для экстренного определения влажности зерна во внутрихозяйственных целях (при уборке урожая, обработке, хранении зерна, а также для выходного контроля влажности партий при их отправке па хлебоприемные предприятия) применяют электровлагомеры ВЗПК-1, ПВЗ-10Д. Оба прибора работают по принципу определения диэлектрической проницаемости навески зерна и имеют автономное электропитание (батареи). Диапазон измерения влажности от 10 до 35%. С ростом влажности увеличивается .и абсолютная погрешность приборов от 1 —1,5% до 2—2,5%.

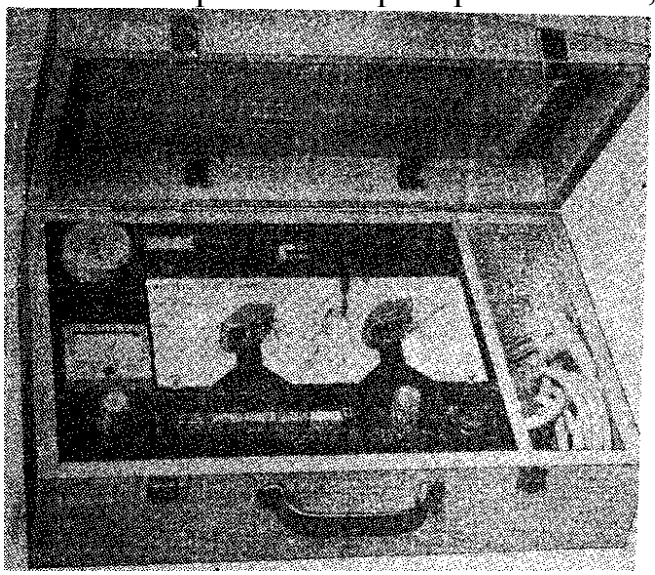


Рис. 2. Влагомер

Конструкция:

Влагомер является электронным измерительным устройством для определения сопротивления постоянного тока с логарифмической характеристикой в портативном исполнении.

Принцип измерения прибора основан на изменении сопротивления постоянного тока в зависимости от содержания воды измеряемой пробы по отношению к измеряемой влажности.

С помощью измерительных электродов получается электрический сигнал, зависящий от влажности, который подается на влагомер.

По видам зерновых культур: пшеницы, ржи ячменя и овса влагомер типа 2002 официально эталонирован в диапазоне влажности от 12... 21%. В этих пределах эталонирования точность измерения составляет ±0,5%.

Задание 1. Определите влажность зерна средней пробы. Проведите расчеты по средней влажности. Результаты анализа запишите в таблицу 1.

Таблица 1

Результаты определения влажности зерна различных культур

Культура	Номер бюкса	Масса бюкса, г	Масса навески, г	Масса бюкса с навеской после сушки, г	Усушка, г	Влажность, %	Базисная влажность, %	Скидка с массы или надбавка, %	Плата за сушу, %
1. 2.									
Влажность зерна определяется по формуле: $X = \frac{a \cdot 100}{б}$, где а — усушка, б — масса. Если навеска равна 5 г, то влажность зерна рассчитывается путем умножения величины усушки на коэффициент 20.									

Задание 2. Определите влажность зерна на электровлагомерах. Результаты анализа записать в таблицу

Таблица 2.

Результаты определения влажности зерна озимой пшеницы на электровлагомерах различных систем

Марка влагомера	Результаты измерений	Средняя, влажность, %	Влажность с поправкой на температуру, %
1.	1._____ 2._____		

	1._____ 2._____

Приборы, реактивы, материалы:

1. Образцы зерна.
2. Весы технические.
3. Сушильный шкаф.
4. Эксикатор.
5. Влагомеры.
6. Бюксы алюминиевые.
7. Чашки фарфоровые на 50 мл.

Контрольные вопросы:

1. Что понимается под влажностью зерна?
2. Виды связи влаги в зерне и их характеристика.
3. Методы определения влажности.
4. Базисные кондиции по влажности зерна.
5. Значение влажности при хранении, переработке и продаже зерна государству.

Работа 1.2. Определение зараженности и засоренности зерна

Определение зараженности зерна вредителями

Цель работы. Освоить методы определения зараженности зерна и продуктов его переработки вредителями**.**

Значение. Зерно во время уборки, хранения, переработки и перевозки заражается и повреждается амбарными вредителями, которые являются в основном представителями некоторых видов клещей, насекомых, мышевидных грызунов и птиц.

Наличие в партии зерна живых вредителей хлебных запасов из мира насекомых и клещей в любой стадии развития называется зараженностью зерна. Этот показатель имеет важное значение и определяется повсеместно при оценке качества любой партии зерна от ее формирования до реализации, так как наибольшие потери в массе и качестве продукции происходят именно в результате развития вредителей.

Вред, причиняемый вредителями хлебных запасов, заключается в следующем:

1. Уничтожение значительного количества зерна в результате жизнедеятельности вредителей в массе;
2. Снижение пищевых, товарных и семенных качеств зерна;
3. Повышение влажности и температуры зерна, которое создает условия для развития самосогревания;
4. Заражение зерна болезнетворными микроорганизмами для

человека и животных;

5. Заражение зерна спорами головни, бактерий и плесневых грибов.

Зерно, зараженное вредителями хлебных запасов, из-за опасности их распространения не принимается хлебоприемными предприятиями. Подлежат приему партии, в которых обнаружены только клещи.

Исходя из биоэкологических особенностей отдельных видов насекомых, различают зараженность явную и скрытую. Под явной зараженностью понимают наличие в исследуемом образце живых вредителей, обнаруженных при визуальном просмотре образца после его просева на специальном наборе сит.

Порядок работы. Зараженность зерна определяют просеиванием (зерна) среднего образца (пробы) в строгом соответствии с ГОСТ 13586.4 - 83.

Явная зараженность партии определяется в 1 кг зерна, которое просеивается через два сита (нижнее с диаметром отверстий 1,5 мм и верхнее — 2,5 мм). Просеивание проводится вручную в течение 2 минут с применением специального рассевка.

Мертвых вредителей, обнаруженных при подсчете, относят к сортной примеси и при определении зараженности не учитываются. Мертвые жуки отличаются от живых тем, что их ноги вытянуты и неподвижны. У живых жуков, находящихся в неподвижном состоянии, ноги плотно прижаты к телу.

Подсчет живых вредителей надо начинать с крупных видов насекомых (мавританская козявка, большой мучной хрущак, их личинки и др.)- Для этого необходимо тщательно просмотреть сход с сита с отверстиями 2,5 мм, разровнять его тонким слоем на анализной доске и разобрать вручную.

Затем отдельно просматриваются рассыпанные тонким слоем проходы через сита с отверстиями 2,5 мм (на белом стекле) и 1,5 мм (на черном стекле).

При рассмотрении схода и проходов выбрать живые экземпляры и установить виды вредителей и количество экземпляров вредителей в 1 кг зерна.

При обнаружении зараженности зерна долгоносиками и клещами необходимо установить, в зависимости от количества экземпляров вредителей 1 кг зерна, степень зараженности.

Для клещей и долгоносиков установлено три степени зараженности (таблица 1).

Таблица 1

Степень зараженности зерна амбарными вредителями

Вид вредителей	Степень зараженности	Количество экземпляров в 1 кг зерна
1. Долгоносики	I	От 1 до 5
	II	От 6 до 10
	III	Свыше 10
2. Клещи	I	От 1 до 20
	II	Свыше 20
	III	Клещи образуют сплошной слой

Задание 1. Определите явную форму зараженности зерна и результаты запишите в таблицу 2.

Таблица 2

Степень зараженности образца зерна амбарными вредителями

Вид вредителей	Степень зараженности	Количество экземпляров в 1 кг зерн
1. Долгоносики	I	
	II	
	III	
2. Клещи	I	
	II	
	III	

Определение скрытой зараженности. Скрытую форму зараженности зерна образуют долгоносики (амбарный, рисовый и др.), зерновой точильщик, зерновая моль, а также зерновки (гороховая, чечевичная, фасолевая и др.).

Метод раскалывания зерна. Этот метод заключается в том, что от среднего образца (пробы) отбирают без выбора 50 целых зерен основной культуры и раскалывают их вдоль бороздки перочинным ножом или ланцетом. Расколотые зерна рассматривают под лупой для обнаружения куколок, личинок, молодых жуков. Количество зараженных зерен выражают в процентах по отношению к 50 зернам.

Недостатком этого метода является невозможность обнаружения вредителей в стадии яйца. Указанный недостаток отсутствует при определении скрытой зараженности методом окрашивания пробочек.

Метод окрашивания пробочек. Долгоносики откладывают яйца в просверленную в зерне ямочку и закупоривают ее пробочкой из слизи. Принцип этого метода основывается на окрашивании пробочек, которое их делает заметными.

Для определения скрытой зараженности этим методом из исследуемого зерна берут навеску 15 г и очищают ее от примесей. Зерно засыпают на сетку в жестяной оправе. Затем сетку с зерном опускают на 1 мин. в воду с температурой 30°С. В теплой воде зерна набухают и увеличивают пробочки. Из воды сетку с исследуемым зерном переносят на 20—30 сек. в 1%-ный свежеприготовленный раствор марганцовокислого калия (на 1 л воды 10 г $КМпО_4$). В этом растворе пробочки и зерна в местах повреждения оболочек окрашиваются в черный цвет.

Излишек краски с поверхности оболочки зерна удаляют погружением сетки с зерном в холодную воду, но лучше это достигается применением серной кислоты с перекисью водорода (на 100 мл 1%-ного раствора серной кислоты берут 1 мл 3%-ной перекиси водорода). Погружение зерна в такой раствор на 20— 30 сек. возвращает ему нормальный цвет при сохранении черного цвета пробочек.

Пробочки имеют размер не более 0,5 мм, форма их выпуклая, круглая.

После удаления излишка краски навеску зерна переносят на фильтровальную бумагу, отделяют и подсчитывают зараженные зерна с черными пробочками. Зараженные зерна необходимо подсчитать сразу же, не давая им подсохнуть, иначе окраска пробочек может исчезнуть.

Для перехода от навески массой 15 г к одному кг количество зараженных зерен делят на 3 и умножают на 200.

Задание 2. Определить скрытую форму зараженности

_____образца зерна №_____амбарными вредителями

Для заметок и расчетов.

_____

_____

_____

Приборы, реактивы, материалы:

1. Коллекция вредителей.
2. Определительные таблицы.
3. Лупы.
4. Образцы зерна, муки, крупы.
5. Сита с отверстиями 2,5 и 1,5 мм,
6. Анализные доски.
7. Марганцовокислый калий (1%ный раствор), 1% раствор H_2S0_4 и 3%-ный раствор перекиси водорода.
8. Технические весы.

Контрольные вопросы:

1. Какие вредители наносят наибольший вред зерну при хранении?
2. Основные пути заражения зерна амбарными вредителями.
3. В чем заключается вред, причиняемый зерну амбарными вредителями?
4. Подлежат ли приему хлебоприемными предприятиями партии зерна, в которых обнаружены амбарные вредители?
5. Какие вредители образуют скрытую зараженность зерна?

Определение засоренности зерна

Цель работы. Освоить методику определения содержания сорной и зерновой примесей в товарном зерне озимой пшеницы по ГОСТ 13856.5-93

Значение. Количество примесей, выявленных в партии зерна, выраженное в процентах ее массы, называют засоренностью.

Примеси снижают ценность партии и поэтому учитываются при оценке качества зерна. Многие примеси часто содержат значительно больше влаги, чем зерно основной культуры, и поэтому способствуют повышению активности физиологических и микробиологических процессов и развитию самосогревания. На очистку партии зерна от примесей требуются большие затраты энергии, рабочей силы - и комплекс зерноочистительных машин.

Условия производства зерна и семян таковы, что в формируемых партиях всегда содержится то или иное количество различных примесей и менее ценных зерен основной культуры.

В зерне различают сорную и зерновую примеси.

К сорной примеси относят такие компоненты зерновой массы, которые оказывают резко отрицательное влияние на стойкость при хранении, качество вырабатываемых из зерна продуктов и не могут быть использованы по целевому назначению вместе с ним.

К сорной примеси относят:

1. Мелкий сор, проходящий через сито с диаметром отверстий 1 -1,5 мм;
2. Органическую примесь - ости, полову, части растений;
3. Минеральную примесь - камешки, комочки земли;
4. Семена сорных и культурных растений, не отнесенные к зерновой примеси и основному зерну;
5. Целиком испорченное зерно основной культуры; сгнившее, обуглившееся, с выеденным ядром;
6. Вредную примесь, обладающую ядовитыми свойствами, способную вызвать отравления человека и животных. К ней относят грибные болезни растений (микозы):

а) рожки или склероции спорыньи, содержащие алколоиды;

б) головневые мешочки, содержащие споры твердой головни;

в) зерно, пораженное фузариозом, содержащее ядовитые продукты жизнедеятельности гриба (см. рис. 4, 5).

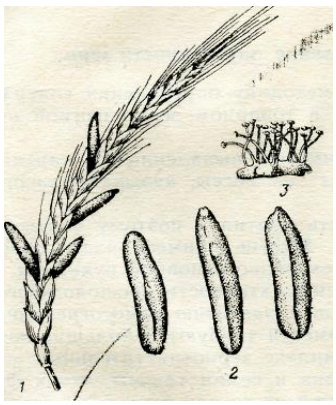


Рис. 1 . Спорынья ржи:

1- колос ржи с рожками спорыньи;
2- рожки спорыньи;
3- проросший рожок.

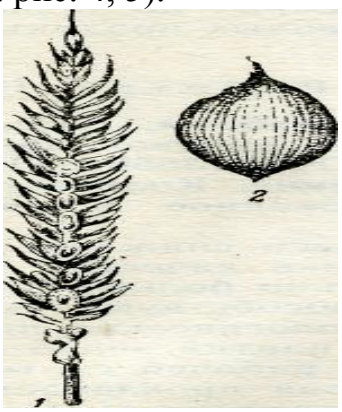


Рис. 2 . Головня: 1- внешний вид колоса

2- головневый мешочек.

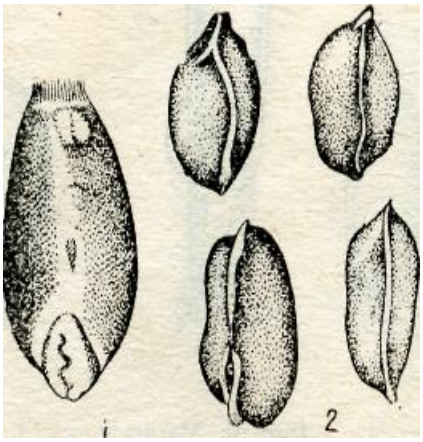


Рис. 3. Угрица (галлы пшеничной нематоды):
1 —нормальное зерно;
2 — галлы.

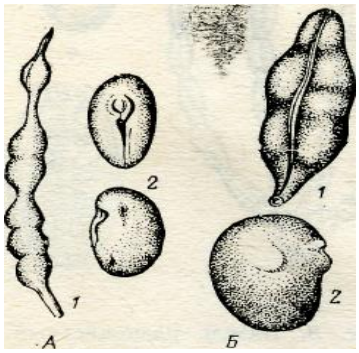


Рис. 4. Софора лисохвостая
Sophora alopecuroides) (А) и толстополодная
(Sophora Dachvcarpa) (Б): 1 — бобы; 2— семена.

К вредной примеси в зерне пшеницы относится также угрица - галлы пшеничной нематоды, паразита наземных частей растений. По внешнему виду галлы можно принять за семена сорняков. Они неправильной формы, не имеют бороздки, короче и шире нормального зерна пшеницы (рис. 6). Галлы заполнены мелкими червями (нематодами).

Вредная примесь включает в себя также семена сорных растений, содержащие ядовитые вещества и относящиеся к различным семействам: горчак-софора, софора обыкновенная или лисохвостая, вязель разноцветный, мышатник, горчак розовый, плевел опьяняющий, гелиотроп опушоноплодный и триходесма инканум (см. рис. 5-10).

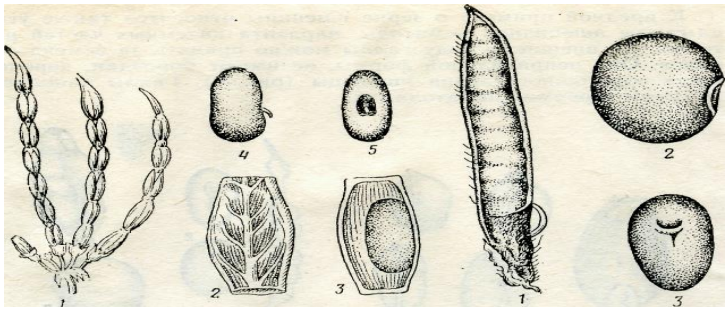


Рис. 5. Вязель разноцветный
1-плоды; 2- членик плода; 1-плод; 2- семя; 3- семя
3 - то же, в продольном разрезе
(видно положение со стороны

рубчика, семени); 4 - семя с плоской стороны; 5 -семя со стороны рубчика

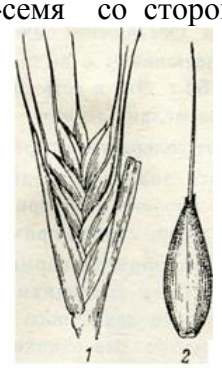


Рис. 6. Мышатник (Thermopsis- (Coronilla varia): lupinoides):

Рис.7. Семянка горчака розового (Acroptilon picris)'

Рис.8. Плевел опьяняющий (Zolitim temulentum):1-колосок; 2-зерновка с верхней стороны.

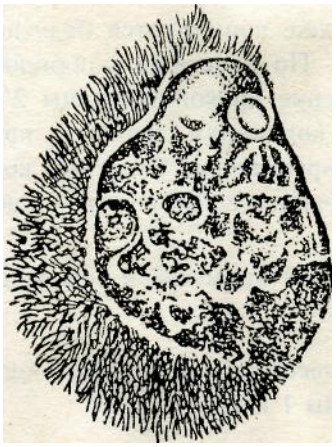


Рис. 9. Плод гелиотропа опушенно-плодного (Heliotropium lasiocarpum).

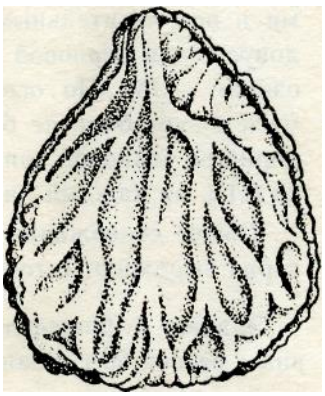


Рис. 10. Плод триходесмы инканиум (Trichodesma incanum).

Зерновая примесь имеет пониженное пищевое и кормовое достоинство, затрудняет переработку зерна, снижает стойкость его при хранении. Однако в известных пределах она может быть использована при переработке на муку и комбикорма.

К зерновой примеси относят:

1. Зерна основной культуры с измененным химическим составом и некоторыми отклонениями в структуре эндосперма и оболочек, осложняющими переработку:

а) проросшие;
б) морозобойные;
в) раздутые при сушке;
г) зеленые;
д) недоразвито-щуплые.

2. Битые и изъеденные зерна основной культуры, если осталось менее половины зерна;

3. Зерна других культур, которые могут быть использованы по целевому назначению основного зерна (зерна ржи и ячменя).

Порядок работы. При определении засоренности из среднего образца предварительно выделяют крупные примеси (солому, колосья, крупные комки земли, камешки и др.) путем просеивания его на сите с отверстиями диаметром 6 мм. Выделенные фракции крупных примесей взвешивают и выражают в процентах.

Затем из среднего образца выделяют навеску 50 г. Зерно просеивают на ситах и вручную выбирают примеси. Если в процессе ручной разборки или просеивания будет обнаружена вредная примесь, то выделяют дополнительно более крупную навеску (200 г) и определение производят параллельно.

Собирают комплект сит в следующем порядке: дно, сито с круглыми отверстиями 2,5*20 мм и крышка.

После просеивания сначала определяют проход мелких зерен, т. е. величину, характеризующую крупность зерна. Для этого разбирают остаток зерна на сите с отверстиями диаметром 1 мм, выбирая все то, что должно быть отнесено к сорной и зерновой примесям. Оставшееся целое зерно и части зерновок: больше половины взвешивают и вычисляют в процентах по отношению к навеске 50 г. Это и есть проход сита 1,7*20 мм или содержание «прохода мелких зерен».

Далее определяют содержание сорной примеси.

Если производился анализ и вредной примеси по дополнительной навеске, то процент этой примеси также приплюсовывается к суммарной цифре сорной примеси.

Содержание сорной примеси нормируется стандартами. По базисным заготовительным кондициям содержание сорной примеси должно быть в пределах одного процента, а по ограничительным - до 5 процентов. Эта единая норма для всех районов РФ. При содержании сорной примеси больше базисной нормы делают скидки с массы (процент за процент) и взимают плату за очистку зерна. При меньшем содержании сорной примеси, чем допускается базисными кондициями, производится надбавка к массе до уровня базисной нормы.

Содержание зерновой примеси также нормируется базисными и ограничительными кондициями. По базисным кондициям допускается зерновой примеси в зерне яровой пшеницы 2%, озимой - 3%. По ограничительным кондициям зерновой примеси может быть не более 15%. За превышение базисных кондиций по зерновой примеси делается скидка с закупочной цены по 0,1% за каждый лишний процент.

Общее содержание сорной и зерновой примесей и основного зерна выражают с точностью до 0,1%.

Задание 1. Определите состав примесей в навеске зерна пшеницы массой 50 г и запишите в таблицы 1 и 2.

Таблица 1

Фракции сорной и зерновой примесей.

Наименование фракций	Содержание	
	г	%
Сорная примесь		
1. Проход через сито с диаметром отверстий 1 мм.		
2. Минеральная примесь		
3. Сорные семена (том числе и семена культурных растений кроме ржи и ячменя)		
4. Органическая примесь		
5. Зерна пшеницы, ржи ячменя с явно испорченным эндоспермом от коричневого до черного		
6. Вредная примесь		
Всего сорной примеси:		
Зерновая примесь		
1. Изъеденные и битые зерна		
2. Проросшие		
3. Захваченные морозом		
4. Поврежденные сушкой или самосогреванием		
5. Сильно недоразвитые, щуплые		
6. Недозрелые		
7. Давленные		
8. Зерно ржи и ячменя		
Всего зерновой примеси:		

Задание 2. Ознакомьтесь с принципами нормирования сорной и зерновой примеси по ГОСТ 30483-97 и основные положения запишите в таблицу 2.

Таблица 2

Заготовительные кондиции по засоренности

Зерно	Вид примеси	Базисные кондиции	Ограничительные кондиции
1. Озимая пшеница	сорная зерновая		
2. Яровая пшеница	сорная зерновая		

Задания 3. Рассчитайте скидки и надбавки за установленное содержание сорной и зерновой примесей.

Скидка с физической массы за сорную примесь в %_____

Плата за очистку в %_____

Надбавка к физической массе при содержании сорной примеси менее 1(в %)_____

Задание 4. Укажите состав вредной примеси и ее нормирование государственными стандартами.

Приборы, реактивы, материалы:

1. Образцы зерна.
2. Диализные доски, шпатели.
3. Набор сит.
4. Весы технические.
5. Коллекция образцов вредной примеси.

Контрольные вопросы:

1. Основной принцип классификации примесей в партиях товарного зерна.
2. Определение понятий: сорная, вредная и зерновая примеси.
3. Какие фракции входят в состав примесей?
4. Влияние засоренности па расчеты за зерно, продаваемое государству.

Работа 1.3. Определение натурной массы зерна

Цель работы. Освоить методику определения натурной массы зерна.

Значение. Масса зерна в определенном объеме (кубический метр или литр) называется натурной массой.

Натурная масса характеризует выполненность зерна. Хорошо выполненное зерно отличается более высоким относительным содержанием эндосперма; при переработке из него получают больше муки и крупы, чем из щуплого зерна с большим содержанием оболочек. Поэтому натурная масса является одним из показателей мукомольных и крупяных свойств зерна.

Выполненность зерна тесно связана с его удельной массой, которая характеризует плотность веществ, входящих в состав зерна, и зависит от химического состава и анатомического строения зерна. Большей плотности зерна обычно соответствует большая натурная масса.

Величина натурной массы зависит также от формы, состояния поверхности, выравненное, крупности, пленчатости, примесей, влияющих на плотность укладки зерна в мерном цилиндре пурки.

Зерна округлые укладываются плотнее, чем удлиненные; с гладкой поверхностью — плотнее, чем с шероховатой или морщинистой. Недостаточно выравненное зерно укладывается плотнее, потому что мелкие зерна, размещаясь между крупными, уменьшают скважистость, и натура увеличивается.

Пленчатость зерна, как правило, снижает натурную массу, однако строгой закономерности между ними нет. Существенное значение имеют не только сами по себе пленки, но и величина воздушных пустот между пленками, а также между пленками и ядром семени.

С увеличением влажности зерна пшеницы и ржи и др. натуральная масса его уменьшается, так как уменьшается при этом удельная масса, увеличивается объем зерен, возрастает трение между твердыми частицами при насыпании их

в мерку. У пленчатых культур с повышением влажности зерен до 15-16% натурная масса возрастает, а при большей влажности уменьшается.

Примеси искажают также натурную массу. Минеральная примесь (земля, песок, галька) увеличивает натурную массу, органическая (цветковые пленки, частицы колосового стержня, кусочки соломы) уменьшают ее.

Натурную массу определяют при оценке качества зерна пшеницы, ржи, ячменя, овса и подсолнечника.

Таблица 1.

Классификация зерна по натурной массе

Культура	Натурная масса зерна, г/л		
	высокая	средняя	низкая
1. Пшеница	Свыше 785	746—785	745 и ниже
2 . Рожь	» 715	676—715	675 и ниже
3. Ячмень	» 605	546—605	545 и ниже
4. Овес	» 510	461—510	460 и ниже
5.Подсолнечник	» 460	431—460	430 и ниже

В некоторых случаях устанавливаются строгие требования к натурной массе: пшеница твердая первого класса должна иметь натурную массу не менее 770 г/л, второго и третьего классов - не менее 745 г/л; пшеница сильная - не менее 730 - 755 г/л; рожь для переработки на солод - не менее 885 г/л.

По остальным культурам (кукуруза, просо, гречиха, рис, горох и др.) натурная масса не определяется, так как она недостаточно корреллирует с выполненностью.

Порядок работы. В нашей стране натурную массу зерна определяют на литровой пурке после выделения из среднего образца крупных примесей просеиванием его на сите с отверстиями диаметром 6 мм.

Литровая пурка с падающим грузом состоит из цилиндрического стакана-мерки емкостью 1 л (не считая объема, занимаемого падающим грузом) с отверстием на дне и прорезью для ножа в верхней части; наполнителя в виде цилиндра без дна для равномерного заполнения мерки зерном; цилиндра с воронкой для первоначального насыпания зерна; ножа для удаления излишков зерна свыше литра; весов, собираемых из колонки (штатива) с кронштейном, подвески, коромысла, чашки для гирь, которая по массе равна мерке с падающим грузом; разновеса и ящика для укладки отдельных деталей пурки. На крыше ящика имеется специальное гнездо для весов и подставка для мерки (см. рис. 1).

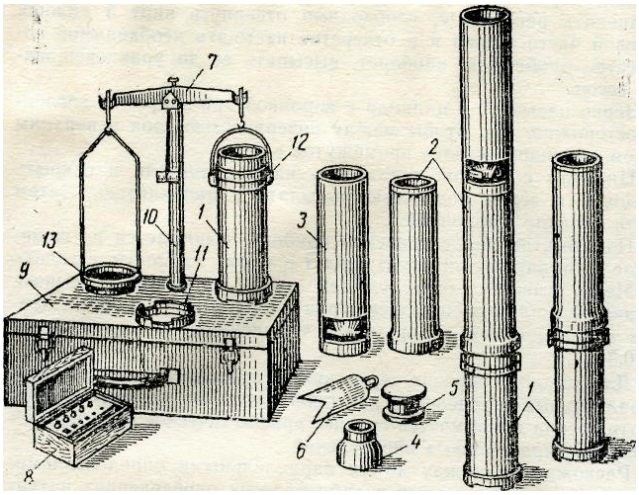


Рис. 1. Пурка литровая с падающим грузом:

1—мерка; 2— цилиндр-наполнитель; 3 — цилиндр *с* воронкой; 4 — воронка для надевания на цилиндр в пурках старого образца; 5 — падающий груз; 6 — нож; 7 — коромысло весов; 8 — разновес; 9 — ящик-футляр для хранения пурки; 10 — гнездо для стойки весов; 11—гнездо для укрепления мерки; 12 — щель в мерке; 13 — тяжелая чашка.

Для определения натурной массы зерна ящик пурки необходимо установить на ровную поверхность стола или специальной полки, из ящика вынуть все части пурки. Сначала собрать весы. Для этого колонку весов ввинтить в гнездо на крышке ящика, а в верхний конец ее вставить кронштейн с крючком. На крючок кронштейна установить подвеску и вставить коромысло в ее обойму, при этом стрелка должна пройти через отверстие у основания обоймы, а призма - лечь на ее подушку. К коромыслу с левой стороны подвесить чашку весов, а с правой - мерку с опущенным в нее падающим грузом, но без ножа. При подвешивании чашки и мерки необходимо следить, чтобы цифровые обозначения на серьгах соответствовали цифровым обозначениям на концах коромысла. Далее проверить, уравновешивают ли друг друга мерка с грузом и чашка весов. Если нет равновесия, то пурка считается непригодной для работы. Чтобы установить равновесие, необходимо отвернуть винт в нижней боковой части чашки и в отверстие насыпать необходимое количество дроби или, наоборот, высыпать ее до уравновешивания весов.

Зерно насыпать в цилиндр с воронкой при закрытой заслонке осторожно, так, чтобы между поверхностью слоя и верхним краем цилиндра остался промежуток в 1 см.

Цилиндр с зерном, установить на наполнитель и открыть заслонку и зерно полностью высыпать в наполнитель. Затем снять цилиндр с воронкой.

Нож быстро, без сотрясения прибора, вынимается из щели; после того, как груз и зерно упадут, в мерку, его вновь вставить.

Мерку вместе с наполнителем снять с гнезда, высыпать оставшийся на ноже излишек зерна и вынуть нож. Мерка с зерном подвешивается к коромыслу и взвешивается с точностью до 0,5 г.

Для каждого образца зерна нужно проводить не менее двух параллельных определений натурной массы. За натурную массу партии зерна принимается среднее арифметическое двух или нескольких параллельных определений.

Расхождения между двумя параллельными определениями, а также при контрольных и арбитражных определениях натурной массы на литровой пурке допускается для всех культур (за исключением овса) не более 5 г, а для овса - не более 10 г.

Результаты определения натурной массы в документах о качестве зерна проставляют с точностью до 1 г.

Результаты определения натурной массы при обозначении их в документах о качестве округляют.

При продаже партии зерна, имеющих натурную массу выше предусмотренной в базисных кондициях, хозяйство получает надбавку к закупочной цене в размере 0,1% за каждые 10 г. В таком же размере производятся скидки за пониженную, по сравнению с базисом, натурную массу.

Зная массу 1 л зерна в граммах, можно определить массу 1 $м^3$ путем умножения на коэффициент 1000. Знание натурной массы даст возможность провести расчет потребной емкости хранилища или закрома, а также определить массу партии зерна, хранящегося на складе или в закроме.

Задание 1. Ознакомиться с ГОСТом 10840-2017 по определению натурной массы зерна.

2. Определить натурную массу зерна различных культур.
3. Определить скидки и надбавки с цены и к цене на зерно по результатам анализов.
4. Результаты анализов и расчетов записать в таблицу 2.
5. По результатам анализа сделать заключение.

Таблица 2. Скидки и надбавки с цены и к цене в зависимости от натурной массы зерна

Виды зерна	Масса 1 л зерна, г			Кондиции натурной массы,		Скидки с цены,%	Надбавки к цене
	Повторность		среднее	базисные	ограничительные		
	1	2					
1. Пшеница 2. Рожь 3. Ячмень 4. Овес 5. Горох 6.							

Приборы, материалы, реактивы:

1. Литровая пурка.
2. Делитель зерна.
3. Образцы зерна различных культур.

Работа 1.4. Определение количества и качества сырой клейковины в зерне

Цель работы. Освоить методику определения количества и качества сырой клейковины в зерне.

Значение. Содержание клейковины в зерне является одним из важнейших технологических показателей твердой и сильной пшеницы, за которую государство при заготовках выплачивает надбавку к цене (бонификацию) в размере до 50%. Содержание клейковины характеризует мукомольные и хлебопекарные качества зерна и муки пшеницы и ржи.

Клейковина представляет собой (гель нерастворимых в воде белков глютенина и глиадипа) белковый студень оставшийся после отмывания из теста крахмала, клетчатки и воднорастворимых веществ. Сухое вещество клейковины содержит: глиадина 50,2%, глютенина 34,8% жира 2,12%, сахаров 1,2%, крахмала 6,72%, клетчатки 1-2% и золы 0,92%.

Содержание сырой клейковины в зерне пшеницы колеблется от 15до 50 %
.

По внешнему виду клейковина представляет собой светло или темно-серую резиноподобную массу. Она обладает важными физическими свойствами: упругостью, растяжимостью и связностью. Клейковина обуславливает газоудерживающую способность муки и теста, создает механическую основу теста и в конечном счете влияет па пористость и объемный выход хлеба.

На количество и качество клейковины в зерне пшеницы влияет ряд факторов: сорт, почвенно-климатические условия, агротехника, повреждение клопами-черепашками, самосогревание, прорастание и др.

Порядок работы. Для определения клейковины из средней пробы зерна выделяют навеску 50 г и удаляют из нее сорную примесь и размалывают на лабораторной мельнице так, чтобы при просеивании полученной муки па проволочном сите № 007 оставалось не более 2%, а проход через капроновое или шелковое сито № 38 составлял не менее 40%.

Из размолотого зерна (шрота) после тщательного перемешивания отбирают навеску 25 г. Влажность зерна должна быть в пределах 14-16%; если зерно влажное, его подсушивают.

Навеску переносят в фарфоровую чашку и приливают 14 мл. водопроводной воды при температуре 15-20°С. Замешивают тесто, пользуясь стеклянной палочкой. После того, как тесто примет нормальную консистенцию, счищают частицы, приставшие к палочке, присоединяя их к куску теста. Последний хорошо проминают, скатывают в виде шара и оставляют в чашке на 20 минут для равномерного пропитывания частиц муки водой и набухания белков. После отлежки отмывание клейковины ведут под слабой струей воды над густым шелковым ситом № 38 или капроновым ситом № 49 или в большой чашке, куда наливают не менее 2 л воды. В последнем случае тесто опускают в воду и разминают пальцами, при этом от теста отделяются крахмальные зерна, частички оболочек и водорастворимые вещества. За время отмывания клейковины воду меняют несколько раз, сливая через густое сито для того, чтобы не потерять оторвавшиеся кусочки теста.

Отмывание клейковины заканчивают при полном удалении частичек оболочек и крахмальных зерен.

После того, как крахмал отмыт и клейковина, сначала мягкая и рвущаяся, стала упругой, ее разминают в воде более энергично. Отмывание продолжают, пока не будут почти полностью отмыты частицы оболочек зерна (отруби), а вода, стекающая при отжимании клейковины, станет прозрачной.

При определении количества клейковины в морозобойном, приросшем, поврежденном клопами-черепашками, самосогреванием или сушкой зерне, а также в муке из этого зерна, отмывание следует проводить особенно осторожно. Клейковина, которая не отмывается, называется «неотмывающаяся».

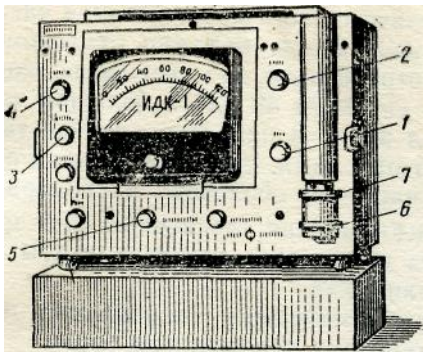
Отжатую клейковину взвешивают, затем еще раз промывают 2-3 мин; вновь отжимают и взвешивают. Если разница между первым и вторым взвешиванием не превышает ±0,1г, то отмывание заканчивают.

Выход клейковины выражают в процентах к взятой навеске размолотого зерна, для чего полученную массу нужно умножить на 4.

Качество клейковины характеризуется ее цветом, упругостью и растяжимостью. Цвет определяется перед взвешиванием, обозначая словом «светлая» или темная».

Качество сырой клейковины, прежде всего, характеризуется ее упругими свойствами, которые определяют с помощью прибора ИДК-1. (Рис. 16). Принцип работы прибора заключается в измерении способности клейковины сопротивляться деформирующей нагрузке (120 г) между двумя плоскостями в течение определенного времени (30 с).

Рис. 1. ИДК-I:



1—тумблер «вкл»; 2 — лампочка «сеть»; 3 — кнопка «пуск»; 4 — лампочка «отсчет»; 5 — «калибровка» стрелки амперметра; 6 — столик; 7 — падающий груз.

Прибор ИДК-1 перед началом работы устанавливают на столе и подводят стрелку микроамперметра механическим корректором на отметку шкалы «60». После этого прибор включают в электросеть и дают ему прогреться в течение 15—'20 мин., а затем калибруют (по инструкции).

Для определения качества после взвешивания отделяют навеску клейковины массой 4 г и кладут в чашку с водой с температурой 18°С (+2°) на 15 минут. Кусочек клейковины перед тем, как положить в чашку с водой, обминают пальцами и скатывают в шарик. Шарик после 15-минутной отлежки

в воде помещают в центр столика прибора и нажимают на кнопку «пуск», удерживая ее в нажатом состоянии 2—3 с. Пуансон свободно опускается на клейковину. По истечении 30 с. реле времени срабатывает, пуансон затормаживается, загорается лампочка «отсчет», записывают показания прибора с точностью до одного деления шкалы. Затем нажимают кнопку «тормоз», поднимают пуансон в верхнее положение.

Группу качества клейковины определяют по таблице 1.

Таблица 1. Группа качества и характеристика клейковины в зависимости от показаний прибора ИДК - 1

Показания прибора в условных единицах	Группа качества	Характеристика клейковины
0-15	III	Неудовлетворительно крепкая
20-40	II	Удовлетворительная крепкая
45-75	I	Хорошая
80-100	II	Удовлетворительная крепкая
105-120	III	Неудовлетворительно крепкая

Если клейковина крошится, представляет собой после отмывания губчатую, легко рвущуюся массу и не формируется после трех-четырехкратного обминания в шарик, то ее относят к III группе без определения качества на приборе.

Хозяйства при продаже зерна сильной и твердой пшеницы, соответствующей требованиям стандарта, получают значительные надбавки к закупочной цене на пшеницу мягкую.

Зерно пшеницы сильных сортов, отвечающее требованиям государственного стандарта, оплачивается по закупочной цене, превышающей цену на мягкую пшеницу в следующих размерах:

При содержании клейковины первой группы, %	Размер превышения цены, %
32 и выше	50
28—31	30

Заготовляемую (закупаемую) пшеницу подразделяют на классы в соответствии с требованиями, указанными в таблице 2.

Таблица 2. Характеристика и органическая норма для заготовляемой и поставляемой мягкой пшеницы по классам

Наименование показателя	Высшего	1-го	2-го	3-го	4-го	5-го
Запах	Нормальный, свойственный здоровому зерну пшеницы (без затхлого, солодового, плесневелого, постороннего запахов)					
Цвет	Нормальный свойственный здоровому зерну данного типа					
	Допускается первая степень обесцвеченности			Допускаются первая и вторая степени обесцвеченности	Допускаются любая степень обесцвеченности и потемневшая	
Массовая доля клейковины, % не менее	36,0	32,0	28,0	23,0	18,0	Не ограничивается

Качество клейковины, группа, не ниже	I	I	I	II	II	То же
Число падения, с*	Более 200	Более 200	Более 200	200-151	150-80	Менее 80
Стекловидность %, не менее	60	60	60	Не ограничивается		
Натура, г/л, не менее	На уровне базисной нормы			710	710	Не ограничивается
Трудноотделимая примесь (овсюга татарская, гречиха), относимая к сорной примеси, % не более	2,0	2,0	2,0	В пределах органичительной нормы общего содержания сорной примеси		
Проросшие зерна которые относятся к зерновой примеси, % не более	1,0	1,0	1,0	3,0	3,0	5,0

Зерно, не отвечающее одному или нескольким показателям государственного стандарта, в том числе обесцвеченное, но содержащее клейковины не менее 25% (включительно), по качеству не ниже второй группы и по всем остальным требованиям качества соответствующее ограничительным кондициям, оплачивают по цене, превышающее на 10% цену, установленную на мягкую пшеницу.

Пшеницу сильных сортов, не отвечающую требованиям по качеству, предусматриваемым для оплаты и превышением на 10% цены на мягкую пшеницу (содержащую менее 25% клейковины, или с клейковиной III группы, или смесь типов), оплачивают по цене на мягкую пшеницу (без превышения).

Задание 1. Определите количество и качество клейковины в образцах зерна озимой пшеницы. Результаты анализов запишите в таблицу 3.

Таблица 3

Количество и качество клейковины в здоровом и дефектном зерне пшеницы

№	Характеристика зерна	Качество сырой клейковины		Показания прибора ИДК-1	Группа по ГОСТ
		масса, г	%		
1. 2. 3. 4.	Здоровое Перегретое при сушке Поврежденное клопами-черепашками Проросшее				

Задание 2. Укажите надбавки при продаже сильных, ценных и твердых сортов пшеницы в зависимости от количества и качества клейковины.

_____

_____

_____

Приборы, реактивы, материалы.

1. Образцы зерна пшеницы.
2. Набор сит.
3. Весы технические.
4. Прибор ИДК-1.
5. Лабораторная мельница (ЛЗМ, МУЛ- 1)
6. Фарфоровые чашки на 100 мл.
7. Покровные стекла.
8. Дозатор воды (ДВЛ-3).
9. Стеклянные палочки, шпатели.

Контрольные вопросы:

1. Определение понятия клейковины.
2. Химический состав и физические свойства клейковины.
3. Назовите основные факторы, влияющие на количество и качество клейковины.
4. Технологическая характеристика пшеницы (сильных, ценных, твердых).
5. Оплата зерна пшеницы государством в зависимости от количества и качества клейковины.

Работа 1.5. Определение скважистости и обеспеченности зерновой массы воздухом

Целью настоящей работы является (изучение) освоение методики определения скважистости, плотности и обеспеченности зерновой массы воздухом в период храпения.

Значение. Зерновая масса при размещении в хранилищах не образует плотной массы; между ее твердыми компонентами остаются свободные промежутки, заполненные воздухом. Часть объема зерновой массы, занятая зернами и другими твердыми частицами (примеси), называется плотностью укладки. Часть объема зерновой массы, занятая промежутками между твердыми частицами и заполненная воздухом, называется скважистостью.

Плотность укладки и скважистость зерновой массы имеют большое практическое значение при хранении зерна. Плотность укладки и скважистость влияют на изменение температуры и влажности зерновой массы и определяют характер протекающих в ней физиологических и микробиологических процессов. Воздух межзерновых пространств, перемещаясь по скважинам, способствует передаче тепла путем конвенции и передвижению влаги в зерновой массе в виде пара. Благодаря скважинам в зерновой массе возможны такие виды се обработки, как сушка, активное вентилирование и газация. Скважистость зерновой массы имеет большое значение и для сохранения жизнеспособности семян.

Плотность укладки и скважистость зерновой массы зависят от формы, размеров зерен, количества и вида примесей в ней. В связи с этим плотность укладки и скважистость зерновой массы могут изменяться в довольно значительных размерах.

Плотность укладки выражается формулой в процентах:

$$T = \frac{V}{V_1}100$$, а скважистость - $$S = \frac{V_1 - V \cdot 100}{V_1}$$

где V—истинный объем твердых компонентов зерновой массы, $см^3$; V_1 — общий объем зерновой массы, $см^3$.

Установлено, что более точные данные плотности (Т) и скважистости (S) можно получить из 1000 твердых частиц (зерна и примеси), выделенных подряд из навески по методу определения массы 1000 зерен (ГОСТ 10842-64).

Истинный объем 1000 частиц определяется погружением их в мерный цилиндр, заполненный до определенного ($50см^3$) объема несмачивающейся жидкостью — керосином. Увеличение объема жидкости в цилиндре после погружения в нее 1000 частиц позволяет получить искомую величину V.

Общий объем зерновой массы V_1 ($см^3$) можно выразить через объемную массу, пользуясь формулой для определения объема любой сыпучей массы.

$$V_1 = \frac{P \cdot 1000}{H}$$, где

P - масса 1000 частиц, выделенных из зерновой массы, г;

H - натурная масса зерна, г/л.

Скважистость зерновой массы вычисляется по формуле:

$$S = 100 - T$$

Подставив в нее значение Т и V_1, находим $$S = 100 - \frac{V}{V_1}100$$,

$$S = 100\frac{V \cdot H \div 100}{P \cdot 1000}$$, или $$S = 100 - \frac{V \cdot H}{P \cdot 10}$$

Определив P, V, H и рассчитав V_1, находим плотность, скважистость и обеспеченность зерновой массы воздухом.

Одной из важных характеристик зерновой массы является обеспеченность воздухом, или объем воздуха, находящегося в 1 т зерновой массы. Зная объем воздуха в 1 т зерна и умножив его на массу хранящейся партии зерна, определяют величину одного обмена воздуха. Этот показатель используется при активном вентилировании зерна.

Обеспеченность зерновой массы воздухом F $см^3$/г можно определить по формуле:

$$F = \frac{V_1 - V}{P}$$, где

V_1 - V -объем воздуха в зерновой массе, состоящей из 1000 частиц, $см^3$;

P - масса 1000 частиц, г.

Пример: Масса 1000 зерен (Р) в среднем из двух определений равна

P_1 = 31,2 г $$P = \frac{31{,}2 + 30{,}8}{2} = 31{,}0$$

P_2 - 30,8 г

Истинный объем 1000 зерен, найденный по разности объема несмачиваемой жидкости в цилиндре до и после погружения в нее 1000 зерен.

$$V = 73 - 50 = 23 \text{ см}^3.$$

Объемная (натурная) масса (Н) в среднем из двух определений равна:

H_2=766г/л

$$H = \frac{765 + 766}{2} = 765{,}5 = 766 \text{ г/л}$$

H_1=765г/л

Общий объем зерновой массы:

$$V_1 = \frac{P}{H} = \frac{31{,}0 \cdot 1000}{766} = 40{,}5 \text{ см}^3$$

Плотность укладки

$$T = \frac{V \cdot 100}{V} = \frac{23 \cdot 100}{40{,}5} = 56{,}8 \%$$

Скважистость

$$S = \frac{V_1 - V}{V_1} = \frac{(40{,}5 - 23) \cdot 100}{40{,}5} = 43{,}2\text{, }\%$$

Обеспеченность воздухом

$$F = \frac{V_1 - V}{P} = \frac{40{,}5 - 23}{31} = \frac{17{,}5}{31} = 0{,}56 \text{ см}^3\text{/г, м}^3\text{/т}$$

Порядок работы. Получив индивидуальное задание на выполнение работы, приступить к определению Р, V, Н для каждой культуры и по ним рассчитать Т, S, Р.Из исследуемого образца зерна в соответствии с ГОСТ 10842-89 выделить навеску для определения массы 1000 зерен. Результаты записать в такой последовательности (культура _____).

Масса 1000 зерен
Р =
Истинный объем
V=
Объемная масса (натура)
Н =
Общий объем зерновой массы
V_1=
Плотность укладки
Т =
Скважистость
S =
Обеспеченность воздухом
F=

Контрольные вопросы:

1. Влияние скважистости на жизнеспособность семян.
2. Способ хранения зерновой массы в зависимости от плотности и скважистости.

3. От каких факторов зависят плотность и скважистость?
4. Практическое значение объема воздуха в 1 тонне зерна.

Приборы, материалы, реактивы:

1. Исследуемое зерно.
2. Зерновой делитель.
3. Весы технические,
4. Пурка литровая.
5. Мерные цилиндры емкостью 100 и 250 ем^3.
6. Анализные доски, шпатели, совочки.
7. Керосин.

Работа 1.6. Количественно – качественный учет зерна при хранении

Расчеты при изменении массы зерна за счет колебаний влажности, сорной примеси, естественной убыли зерна

Цель занятия - изучить правила расчетов при изменении массы зерна за счет колебания влажности, сорной примеси, естественной убыли зерна.

В период хранения зерна и продуктов его переработки в них происходят изменения как в массе, так и в качестве. При этом может иметь место как увеличение, так и уменьшение массы.

Природа этих изменений различна. Изменение массы может быть следствием сорбции или десорбции влаги, потери сухих веществ при дыхании, неучтенного распыла в результате перемещения зерновых масс в хранилищах.

Списание убыли зерна по хранилищам проводится только после перевешивания всего находящегося в данном хранилище зерна и установления соответствия выявленной недостачи величине оправдываемых потерь,

Изменение массы партий зерна за счет изменения влажности и сорной примеси

Для обоснования изменения массы зерна в зависимости от изменения влажности и количества сорной примеси следует руководствоваться следующим.

Размер убыли в массе зерна не должен превышать разницы, получающейся при сопоставлении показателей влажности по приходу и расходу с пересчетом этой разницы по формуле:

$$X = \frac{100 \cdot (а - б)}{100 - б}, \text{ где} \qquad (1)$$

X - искомый процент убыли в массе: а - показатель влажности по приходу (в %); б - показатель влажности по расходу (в %).

Убыль в массе зерна от понижения сорной примеси сверх списанных по актам подработки годных и негодных отходов не должна превышать разницы, получающейся при сопоставлении показателей сорной примеси по приходу и расходу зерна с пересчетом по формуле

$$X = \frac{(в - г) \cdot (100 - д)}{100 - г} \quad , \qquad (2)$$

где X - искомый процент убыли в массе; *в* - сорная примесь по приходу (в %); *г* - сорная примесь по расходу (в %); *д* - размер убыли в массе от снижения влажности (в %), вычисленный по формуле 1.

Списание убыли по этой формуле допускается только в размере, не превышающем 0,2%. По партиям зерна, не подвергавшимся подработке или перемещениям механизмами, списание за счет снижения сорной примеси не допускается.

Убыль в массе зерна или его увеличение за счет изменения влажности и сорной примеси, в весовом выражении (в ц) вычисляется по отношению ко всему количеству зерна по приходу.

Так как отпуск и прием зерна производятся в разное время неодинаковыми по количеству и качеству партиями, то, чтобы получить возможность сопоставить качественные показатели по приходу и расходу, необходимо выводить так называемое **средневзвешенное качество.** Определяют его умножением массы зерна (в ц) раздельно на показатели влажности и сорной примеси (в %). Сумма центнеро-процентов, умноженная на 100 и деленная на общее количество принятого (отпущенного) зерна, дает средневзвешенное качество по влажности и сорной примеси, выраженное в процентах с точностью до 0,01%. Дробные доли до 0,004% включительно отбрасываются, а 0,005% и более принимаются за 0,01 %.

Для хозяйств нормы естественной убыли зерна и семян в результате механического распыла при перемещении зерна и его дыхания не установлены. При решении вопроса о недостачах хозяйствам рекомендуется пользоваться нормами естественной убыли, применяющимися в других отраслях народного хозяйства.

В таблице1приведены нормы естественной убыли при хранении зерна, продуктов его переработки и семян масличных культур в процентах, применяемые на хлебоприемных предприятиях, утвержденные правительством.

Указанные нормы естественной убыли применяются как контрольные и предельные только в тех случаях, когда при проверке фактического наличия зерновых продуктов в хранилищах будет установлено уменьшение их массы, не вызываемое изменением качества.

Как видно из таблицы, величина этих норм зависит от вида зерна или продукции, среднего срока хранения, типа хранилища и способа хранения.

Сроком хранения (в зависимости, от которого установлены размеры норм естественной убыли) называется время, прошедшее между начальной датой приемки и последней датой отпуска партии.

Таблица 1

Нормы естественной убыли при хранении зерна, продуктов его переработки и семян масличных культур (в %)

Зерно и продукты его переработки	Срок хранения	В складах		В элеваторах	На приспособленных для хранения площадках и
		насыпью	в таре		

					сапетках
Пшеница, рожь, ячмень, полба	До 3 мес.	0,07	0,04	0,05	0,12
	До 6 мес.	0,09	0,06	0,07	0,16
	До1 г.	0,12	0,09	0,10	-
Овес	До 3 мес.	0,09	0,05	0,06	0,20
	До 6 мес.	0,13	0,07	0,08	-
	До1 г.	0,17	0,09	0,12	-
Гречиха и рис необрушенный	До 3 мес.	0,08	0,05	0,06	-
	До 6 мес.	0,11	0,07	0,08	-
	До1 г.	0,15	0,10	0,12	0,14
Просо и сорго	До 3 мес.	0,11	0,06	0,07	0,19
	До 6 мес.	0,15	0,08	0,09	-
	До1 г.	0,19	0,10	0,14	-
Кукуруза (зерно)	До 3 мес.	0,13	0,07	0,08	-
	До 6 мес.	0,17	0,10	0,12	-
	До1 г.	0,21	0,13	0,16	-
Кукуруза (початки)	До 3 мес.	0,25	-	-	0,45
	До 6 мес.	0,30	-	-	0,55
	До1 г.	0,45	-	-	0,70
Горох, чечевица, бобы фасоль	До 3 мес.	0,07	0,04	0,05	-
	До 6 мес.	0,09	0,06	0,07	-
	До1 г.	0,12	0,08	0,10	-
Подсолнечное семя	До 3 мес.	0,20	0,12	0,14	0,24
	До 6 мес.	0,25	0,15	0,18	0,30
	До1 г.	0,30	0,20	0,23	-
Мука	До 3 мес.	-	0,05	-	-
	До 6 мес.	-	0,07	-	-
	До1 г.	-	0,10	-	-

Обычно зерно и семена поступают на склад не одновременно и расходуются частями, что вызывает необходимость определения среднего срока хранения.

Средний срок хранения данной партии зерна (в днях) определяется делением суммы ежедневных остатков на количество по приходу данной партии. Чтобы выразить средний срок хранения в месяцах, среднее количество дней хранения делят на 30.

При среднем сроке хранения партии зерна и продуктов его переработки до трех месяцев нормы убыли применяются из расчета фактического количества дней хранения, а при хранении от трех месяцев до одного года - из расчета фактического числа месяцев хранения. При хранении зерна более одного года за каждый последующий год храпения норма естественной убыли применяется в размере 0,04% с пересчетом на фактическое число месяцев храпения.

Для вычисления нормы убыли при среднем сроке хранения партии зерна продолжительностью до трех месяцев применяется формула:

$$X = \frac{a \cdot б}{90},$$

где Х — искомая норма; а — норма убыли при хранении до трех месяцев включительно; б — среднее количество дней хранения.

При среднем сроке хранения партии зерна свыше трех месяцев норму убыли вычисляют по формуле:

$$X = \frac{б \cdot в}{г} + а,$$

где Х — искомая норма: а — норма убыли за предыдущий срок хранения; б — разница наивысшей нормы для данного промежуточного срока хранения и предыдущей нормы убыли: в — разница между средним сроком хранения данной партии и сроком хранения, установленным для предыдущей нормы; г — число месяцев хранения, к которому относится разница между нормами убыли (б).

Нормы естественной убыли при хранении зерна применяются к общему количеству, числящемуся в расходе, и остатку при перевозке.

Пример. По отдельным месяцам на складе принималось и расходовалось зерно пшеницы в следующих количествах:

Дата	Приход (в кг)	Влажность (в %)	Сорной примеси (в %)	Расход (в кг)	Влажность (в %)	Сорной примеси (в %)	Остаток на 1-е число следующего месяца (в кг)
200…							
август	100500	15	0	-			100500
сентябрь	200350	16	0,5	-			300850
октябрь	-	-	-	-			300850
ноябрь	199150	15	1	-			500000
декабрь	-						500000
200…							
январь	-			105000	14	1	395000
февраль	-			4500	15	1	390500
март	-			-			390500
аперель	-			-			390500
май	-			-			390500
июнь	-			-			390500
июль	-			300000	15	0,5	90500
август	-			85000	14	0,7	-
Всего	500000			494500			- 5500

При перевешивании зерна обнаружена недостача в размере 5500 кг.

Недостача оправдывается следующими показателями:

1. Снижением влажности и количества сорной примеси:

а) определение средневзвешенной влажности по приходу (в %)

100 500 кт ·15% = 1 507 500 кг%

200 350 кг · I6% =3 205 600 кг%

199 150 кг ·15% =2 987 250 кг%

7700350 кг% (сумма кг % влажности)

$$\frac{7700350кг\%}{500000кг\%} = 15{,}4\%$$

б) определение средневзвешенной влажности по расходу (в %)

105000кг · 14% =1470000 кг%
4500кг · 15% = 67500 кг%
300000кг · 15% = 4500000 кг%
85000кг · 14% =1190000 кг%
7227500 кг% (сумма кг% влажность)

$$\frac{7227500кг\%}{494500кг} = 14{,}6\%$$

в) определение средневзвешенной сорной примеси по приходу (в %)

100500 кг · 1% = 100500 кг%
200350 кг · 0,5% = 100175 кг%
199150 кг · 1% = 199150 кг %
399825 кг% (сумма кг% сорной примеси)

$$\frac{399825кг\%}{500000кг\%} = 0{,}79\% \approx 0{,}80\%;$$

г) определение средневзвешенной сорной примеси по расходу (в %)

105000 кг · 1% = 105000 кг%
4500 кг · 1% = 4500кг%
300000 кг · 0,5% =150000кг%
85000 кг · 07% = 59500кг%
319000 кг% (сумма кг% сорной примеси)

$$\frac{319000кг\%}{494500кг} = 0{,}645\% \approx 0{,}65\%$$

д) убыль в массе (X_1) за счет снижения влажности

$$\frac{100 \cdot (15{,}4 - 14{,}6)}{100 - 14{,}6} = \frac{77}{85{,}37} = 0{,}90\%$$

$$\frac{500000 \cdot 0{,}90}{100} = 4500кг;$$

е) убыль в массе (X_2) на счет снижения сорной примеси

$$X_2 = \frac{(0{,}8 - 0{,}65) \cdot (100 - 0{,}90)}{(100 - 0{,}65)} = \frac{0{,}15 \cdot 99{,}1}{99{,}35} = \frac{14{,}86}{99{,}35} = 0{,}149, или 0{,}15\%$$

$$\frac{500000 \cdot 0{,}15}{100} = 750кг.$$

Остается недостача в размере 250 кг, не вызываемая изменением качества зерна.

2. Применением норм естественной убыли (зерно пшеницы хранилось в складе насыпью):

а) определение среднего срока хранения

2948850 (сумма ежемесячных остатков в килограммах): 500000 = 5,89 месяца, т. е. средний срок хранения данной партии составляет 5 месяцев 27 дней (5,9 мес.):

б) определение нормы естественной убыли

а = 0,07%

б = 0,09-0,07 = 0,02%

в = 5,9-3 = 2,9

г = 6-3 = 3

$$X = 0{,}07 + \frac{0{,}02 \cdot 2{,}9}{3} = 0{,}089;$$

$$\frac{49450 \cdot 0{,}089}{100} = 440{,}1 кг.$$

Таким образом, за счет снижения влажности и сорной примеси можно списать 4500+750 = 5250 кг, за счет естественной убыли 440,1 кг, т. е. всего 5250+440,1 = 5690,1 кг. Следовательно, неоправданных потерь нет.

Прорабатываемые вопросы: 1. Изменение массы зерна за счет колебания влажности. 2. Изменение массы зерна за счет изменения сорной примеси. 3. Изменение массы зерна за счет повышения влажности и сорной примеси при попадании в зерно постороннего сора, относимого к сорной примеси. 4. Правила вычисления средневзвешенного показателя влажности и сорной примеси. 5. Изменение массы за счет естественной убыли.

Порядок проведения занятий: 1. Вводная беседа преподавателя с пояснением правил расчетов. 2. Самостоятельная работа студентов над заданием — изучение правил расчетов и выполнение индивидуального задания в соответствии с данной методической разработкой. 3. Индивидуальные консультации в процессе занятий.

Методика выполнения и проверка задания. Работа по теме состоит из четырех заданий. При выполнении каждого из них надо законспектировать основные положения, провести расчет и отчитаться перед преподавателем.

Задание 1. Изменение массы зерна за счет колебания влажности.

Определить изменение массы зерна, если влажность зерна

По приходу _____%, по расходу _____%

_____% _____%

Для установления обоснованности изменения массы зерна и продуктов его переработки в зависимости от изменения влажности следует руководствоваться следующим. Размер убыли в массе зерна и продуктов его переработки не должен превышать величины, получаемой при расчете по формуле:

$$X = \frac{100(а - б)}{100 - б}, где \qquad (1)$$

X — искомая убыль массы, %;

а — показатель влажности по приходу, %;

б — показатель влажности по расходу, %.

Задание 2. Изменение массы зерна за счет изменения сорной примеси.

Определить изменение массы зерна, если сорная примесь
по приходу _____%, по расходу _____%;
по приходу _____%, по расходу _____ %.

Для установления обоснованности изменения массы зерна и продуктов в зависимости от изменения засоренности зерна следует руководствоваться следующим. Убыль в массе зерна от понижения сорной примеси сверх списанных по актам подработки годных и негодных отходов не должна превышать величины, получаемой при расчете по формуле:

$$X = \frac{(в - г) \cdot (100 - д)}{(100 - г)}, где \qquad (2)$$

Х — искомая убыль массы, %;

в — сорная примесь по приходу, %;

г — сорная примесь по расходу, %;

д — размер убыли в массе от снижения влажности (%), исчисленной по формуле 1.

Однако списание убыли по этой формуле (2) может производиться только в размере не более 0,2%. По партиям зерна, не подвергавшимся подработке и перемещениям механизмами, списание за счет снижения сорной примеси не допускается.

Пример расчета: сорная примесь по приходу в = 2,0%, а по расходу г=1,8%, убыль в массе от снижения влажности 0,6%.

$$X = \frac{(2{,}0 - 1{,}8) \cdot (100 - 0{,}6)}{100 - 1{,}8} = \frac{0{,}2 \cdot 99{,}4}{98{,}2} = 0{,}2\%$$

Задание 3. Изменение массы зерна за счет повышения влажности и сорной примеси при попадании в зерно постороннего сора, относимого к сорной примеси

В отдельных случаях, когда установлено повышение влажности или засоренности за счет примешивания к зерну постороннего сора, относимого к сорной примеси, есть основание считать, что ухудшение качества зерна должно привести к увеличению массы партии. Начисление разницы в массе производится по формуле:

$$X = \frac{100 - (б - а)}{100 - б}, \text{ где}$$

Х — искомое увеличение массы, %;

а — показатель влажности или сорной примеси по приходу, %;

б — показатель влажности или сорной примеси по расходу, %.'

Пример расчета:

1) влажность зерна а = 14,0%, по расходу б=14,7%.

$$X = \frac{100(14,7 - 14,0)}{100 - 14,7} = \frac{70}{85,3} = 0,83\,(\%)$$

2) сорная примесь по приходу а = 2,0%, по расходу б = 2,5%

$$X = \frac{100(2,5 - 2,0)}{100 - 2,5} = \frac{50}{97,5} = 0,57\,(\%).$$

Задание 4. Правила вычисления средневзвешенного показателя влажности и сорной примеси.

Определить средневзвешенные показатели влажности и сорной примеси, если по отдельным месяцам на склад принималось и расходовалось зерно пшеницы в следующих количествах (задание табл. 1).

Таблица 1

Задание

Месяц, год	Приход зерна			Расход зерна			Остаток на 1 число следующего месяца
	кг	влажность, зерна, %	засоренность зерна, %	кг	влажность, зерна, %	засоренность зерна, %	
200…г.							
Август							
Сентябрь							
Октябрь							
Ноябрь							
Декабрь							
200…г.							
Январь							
Февраль							
Март							
Апрель							
Май							
Июнь							
Июль							
Август							
Всего							

Работа 1.7. Составление плана послеуборочной обработки зерна на току

1.7.1. Характеристика хозяйства.

Таблица 1.

Культура	Занимаемая площадь (S), га	Урожайность, т/га	Календарная дата начала уборки	Целевое назначение зерна	Качество зернового вороха, %			
					Влажность	Сорная примесь	Зерновая примесь	Трудноотд. примесь
Озимая пшеница	400	3,0	20. 07	Товарные семена	18	5	12	3

Яровой ячмень	200	2,5	1. 08	Продоволь ственная	16	8	14	-
Овес	300	2,0	10. 08	Фуражное	20	10	15	-

Таблица 2

Материально- техническая база хозяйства по уборке и послеуборочной обработке зерна.

Название и марка машины	Производимая операция	Паспортная производительность		Количество машин, штук	Общая суточная производи тельность, т/сут.
		т/ч	т/сут.		
Зерноуборочный комбайн СК-5	Уборка	-	10*	5	50
Очиститель вороха ОВП-20А	Предварительна я очистка	25	500	2	1000
Бункера активного вентилирования К 878	Временная консервация	-	32,5**	8	260
Сушилка СЗБС-4	Сушка	4***	80***	1	80
Сушилка шахтная «Петкус»	Сушка	4***	80***	1	80
Зерноочистительная машина ЗВС-20А	Первичная очистка	20	400	1	400
Зерноочистительная машина СВУ-5	Вторичная очистка	5	100	1	100
Зерноочистительная машина «Петкус-Гигант»	Первичная очистка Вторичная очистка	10/7,5	200/150	1	200/150
Зерноочистительный агрегат ЗАВ-25	Предварительна я, первичная и вторичная очистка	25	500	1	500

***-** производительность, га/сут.

****** - емкость, т.

*******- производительность, пл.т.

1.7.2. План послеуборочной обработки зерна на току

Для решения поставленной задачи следует выполнить следующие задания: ознакомление с методикой составления плана послеуборочной обработки проводим на примере расчета озимой пшеница.

Задание 1.

Определить продолжительность уборки озимой пшеница:

$$\mathbf{t_{уб.} = S / (Чк \times П_р) =}$$

где $t_{уб}$ – продолжительность уборки, сут.

S – убираемая площадь, га;

Чк – число комбайнов, шт.;

$П_р$ – суточная производительность одного комбайна, га/сут.

Задание 2.

Определить суточное поступление зерна озимой пшеница на ток:

$m_{исх}$ = (Чк х Пр) х Ур =

Где $m_{исх}$ – масса зернового вороха, поступающего на ток в течение 1 сут., т

Чк – число комбайнов, шт.

Пр – суточная производительность одного комбайна, га/ сут.

Ур – урожайность культуры, т/га.

Задание 3. Составить и пояснить схему проведения послеуборочной обработки зерна озимой пшеницы, исходя из качества вороха, его целевого назначения, и суточного поступления на зерноток. Указать на схеме, какие машины и агрегаты будут использованы для проведения той или иной технологической операции с указанием массы зерна, поступающего на операцию и после нее.

Задание 4. Определите суточную производительность тока:

Следует рассчитать продолжительность каждой операции, изменение массы зернового вороха после ее проведения, выявить операцию, от которой зависит суточная производительность тока.

Для этого следует выполнить следующие задания:

Задание 4.1.

Определить эксплуатационную производительность ворохоочистителя.

$П_Э$ = Пп * Кэ * К1 * К2 =

Где Пп – паспортная производительность машины, т/ч;

Кэ – коэффициент эквивалентности, учитывающий особенности культуры;

К1 и К2 – коэффициенты, учитывающие влажность и засорённость вороха.

Задание 4.2.Опредилить продолжительность предварительной очистки зернового вороха **($t_{овп}$),** сут.:

$t_{овп}$ = ($m_{ИСХ}$: $П_Э$) : $К_П$ = ,

где

$m_{ИСХ}$– масса зернового вороха, поступающего на ток в течение 1 сут., т;

$П_Э$– эксплуатационная производительность машины, т/ч;

$К_П$-коэффициент использования рабочего времени.

Справка. Коэффициент использования рабочего времени вводится в формулу по расчетам продолжительности проведения технологических операций по уборке и доработке зерна с целью максимального приближения получаемых результатов к реальной обстановке в хозяйстве в период уборочных работ. Величина коэффициента индивидуальна для каждого хозяйства, технологической операции и зависит от погодных условий, частоты поломок техники и оперативности их устранения, уровня технологической и трудовой дисциплины механизаторов и т. п. величина эта колеблется в пределах от 0,5 (на уборке) до 0,95.

4.3.Определить массу зернового вороха после предварительной очистки ($m_{ОВП}$):

$$\mathbf{m_{овп} = – (m_{исх.} \times У_б)/ 100 =}$$

где

$\mathbf{m_{исх.}}$– масса вороха, поступившего на ток в течение 1 сут.;

$\mathbf{У_б}$ – убыль вороха, %.

Справка. Убыль вороха при очистке складывается из выделенных примесей и потерь полноценного зерна в отходы. При предварительной очистке эти величины должны составлять соответственно не менее 50% содержания сорной примеси и не более 0,05%.

Задание 4.4

Определить продолжительность предварительной очистки зернового вороха (t овп):

$$\mathbf{tовп = (m_{исх} / Пэ)/ Кп =}$$

где $m_{исх}$ – масса зернового вороха, поступающего на ток в течение 1 сут., т

Пэ – эксплуатационная производительность машины, т/ч

Кп – коэффициент использования рабочего времени

Справка. Коэффициент использования рабочего времени вводится в формулу по расчётам продолжительности проведения технологических операций по уборке и доработке зерна с целью максимального приближения получаемых результатов к реальной обстановке в хозяйстве в период уборочных работ. Величина коэффициента индивидуальна для каждого хозяйства, технологической операции и зависит от погодных условий, частоты поломок техники и оперативности их устранения, уровня технологической и трудовой дисциплины механизаторов и т.п. Величина эта колеблется в пределах от 0,5 (на уборке) до 0,95.

С учётом того, что в хозяйстве имеется в наличии 2 очистителя вороха, продолжительность предварительной очистки составит 4 часа.

Задание 4.5.

Определить массу зернового вороха после предварительной очистки (m овп):

$$\mathbf{m_{овп} = m_{исх} – (m_{исх} * Уб)/ 100 =}$$

где

m исх – масса вороха, поступившего на ток в течение 1 сут.

Уб – убыль вороха, %

Справка. Убыль вороха при очистке складывается из выделенных примесей и потерь полноценного зерна в отходы. При предварительной очистке эти величины должны составлять соответственно не менее 50% содержания сорной примеси и не более 0,05%.

Задание 4.6.

Определить массу просушенного зерна в плановых тоннах:

$\mathbf{m_{пл} = m_{овп} * Кв * Кк =}$

где

m овп – масса вороха после предварительной очистки, т

Кв – коэффициент, учитывающий влажность вороха

Кк – коэффициент, учитывающий особенности культуры и целевое назначение зерна.

Задание 4.7.

Определить продолжительность сушки зернового вороха (t с):

tc = m пл/ (Пп * Кп) =

где m пл. – масса просушиваемого зерна в плановых тоннах

Пп – паспортная производительность сушилки, т/ч

Кп = 0,8 – коэффициент использования рабочего времени.

В случае, если сушку зерна не удается завершить в течение суток, следует рассчитать какое количество останется непросушенным и должно быть законсервировано. Для этого определите эксплуатационную производительность сушилки

Задание 4.8

Определить эксплуатационную производительность сушилки, т/ч:

Пэ = mовп/ t c = ,

где $m_{овп}$ – масса вороха после предварительной очистки, т

t_c – продолжительность сушки, ч.

Задание 4.7.Определить массу вороха, просушиваемого за сутки (mc_1):

$\mathbf{mc_1 = Пэ \times 20 = ,}$

где Пэ – эксплуатационная производительность сушилки, т/ч

20 – средняя производительность работы установки в течение суток, ч.

Задание 4.9. Определить массу зерна, подлежащего консервации:

$\mathbf{m_{ав} = m_{овп} – mc_1 = \ ,}$

где $m_{ав}$ – масса зерна, подлежащего консервации активным вентилированием, т;

$m_{овп}$ – масса вороха после предварительной очистки,т

mc_1 – масса зерна, просушиваемого за сутки, т.

Задание 4.10. Определить массу зерна, полученного после сушки (m_{c_2}):

$$\mathbf{m_{c_2} = m_{c_1} \times (100 - W_1) / (100 - W_2) = \ ,}$$

где m c_1 – масса влажного зерна, просушиваемого за сутки, т;

W_1 – влажность зерна до сушки, %;

W_2 – влажность зерна после сушки, %.

Задание 4.11. Определить эксплуатационную производительность зерноочистительной машины:

$$\mathbf{П_э = П_п * К_э * К_1 * К_2 = \ ,}$$

где $П_п$ – паспортная производительность машины, т/ч;

$К_э$ – коэффициент эквивалентности, учитывающий особенность культуры;

$К_1$ – коэффициент, учитывающий влажность зерна;

$К_2$ – коэффициент, учитывающий засорённость зерна на первичной (вторичной) очистке.

Задание 4.12. Определить продолжительность первичной и вторичной очистки просушенного зерна ($t_{по + во}$):

$$\mathbf{t_{по + во} = (m_{c_2} / Пэ) / Кп = \ ,}$$

где m_{c_2} – масса зерна, просушенного за сутки, т

Пэ – эксплуатационная производительность машины, т/ч.

Задание 4.13.

Определить массу семян, полученных после проведения первичной и вторичной очистки (m по + во):

$$\mathbf{m_{по + во} = m_{c_2} - (m_{c_2} * У_б) / 100 = \ ,}$$

где m_{c2} – масса зерна, просушенного за сутки, т

$У_б$ – убыль массы при первичной (вторичной) очистке, %

$У_б$ - убыль массы происходит за счёт выделения примесей (5 + 16) и потерь полноценных зёрен в отходы (1,5 + 3) = 25,5%.

Задание 4.14.

Определить массу вороха исходного качества, обрабатываемого на току на полной схеме в течение суток:

$$\mathbf{m_{исх1} = (m_{исх} \times m_{исх1}) / m_{овп} = \ ,}$$

где $m_{исх1}$ – масса исходного вороха, проходящего полную обработку на току в течение суток, т

$m_{исх}$ – масса зернового вороха, поступающего на ток в течение суток, т

$m_{с1}$ – масса вороха после предварительной очистки, проходящего полную обработку на току в течение суток, т

$m_{овп}$ – масса вороха после предварительной очистки, т.

Полученные данные необходимо свести в таблицу.

Таблица 3

Производительность машин по очистке и сушке зерна

Название операции	Паспортная производительность, т/ч	Эксплуатационная производительность, т/ч	Продолжительность работы, ч		Паспортная производительность, т/сут	Эксплуатационная производительность, т/сут
			Теоретическая	Реальная		
Предварительная очистка	25		20		500	
Сушка	4		20		80	
Первичная и вторичная очистка	10		20		200	

Задание 5.

Определить продолжительность обработки зерна на точку($t_{общ}$):

$T_{общ}$=(SxУр) : $m_{исх1}$= ,

где $t_{общ.}$- продолжительность обработки озимой пшеницы а току, сут.

S - убираемая площадь, га

Ур- урожайнсть, т/га

$m_{исх1}$-масса исходного вороха, проходящего полную обработку на току в течении суток, т.

Задание 6.

Определить массу партии семян, полученную в результате обработки всего урожая(mсем):

Мсем=$m_{по+во}$ x $t_{общ}$= ,

Где $m_{сем.}$- масса семян, полученная в результате обработки всего урожая озимой пшеницы,т

$m_{по+во}$ – масса семян, полученная в течении суток ,т.

$T_{общ}$- общая продолжительность обработки пшеницы на току , сут.

Задание 7. Определить прогнозируемый выход готовых семян ($C_{п}$):

$C_{п}$=[$m_{сем.}$ / (S x Ур)] x 100 = ,

где

$m_{сем.}$ – масса семян, полученная в результате обработки всего урожая озимой пшеницы, т;

S – убираемая площадь, га;

Ур – урожайность, т/га.

Задание 8. Определить максимальное накопление непросушенного зерна на току(mк):

Мк = $m_{ав}$ x $t_{уб}$=

где mк- максимальная масса непросушенного зерна, накапливающаяся на току, т

$m_{ав}$- масса непросушенного зерна, накапливающегося на току в течении суток,т.

$т_{уб}$- продолжительность уборки, сут.

Задание 8.1. Определить массу зерна, подлежащего размещению на току в бунтах ($m_{бун.}$). Расчет нужно проводить по формуле:

$$\mathbf{m_{бун.} = m_{к.} - m_{б.} = ,}$$

где

$m_{к.}$ – максимальная масса зерна, накапливающаяся на току, т;

$m_{б.}$ – масса зерна, подлежащая складированию в бункерах активного вентилирования, т.

Задание 9.

Определить ожидаемое количество фуражного (продовольственного) зерна при обработке зернового вороха на машине « Петкус-Гигант»:

$$\mathbf{m_Ф = (m_{с2} x ф)/100 x t_{общ} =}$$

где $m_ф$- масса фуражного зерна, т;

$m_{с2}$- масса зерна поступившего на обработку, т;

ф- ожидаемое выделение зерна из поступившего на обработку вороха, %;

$t_{общ.}$- продолжительность обработки зерна на току, сут.

Контрольные вопросы:

1. Какие вы знаете технологии послеуборочной обработки зерна (ПОЗ)? Назовите преимущества и недостатки каждой из них.
2. Какие комплексы по ПОЗ вам известны?
3. Укажите требования к отдельным операциям послеуборочной обработки.
4. Как рассчитать эксплуатационную производительность машин и агрегатов по очистке зерна?
5. Как рассчитать время обработки зерна на току?
6. Как рассчитать выход готовой продукции после ПОЗ?

Раздел -2. Основы переработки зерна и маслосемян, теоретические основы и методы хранения плодоовощной продукции и картофеля -12 часов

Работа 2.1. Оценка качества печеного хлеба

Технологический процесс производства хлебобулочных изделий безопарным способом

Цель работы - изготовить батон нарезной из муки пшеничной высшего сорта, используя безопарный способ приготовления теста.

Задачи работы: изучить теоретический материал по данной теме; требования к качеству сырья для производства батона нарезного; технологию производства батона; изготовить батон нарезной по рецептуре, указанной в методических указаниях; оценить качество готового продукта.

Основные теоретические положения

При *безопарном* способе приготовления теста все сырье, предусмотренное рецептурой, вносят в дежу или емкость тестомесильной машины, заливают всю воду в соответствии с расчетом. Тесто замешивают крепче, так как при безопарном способе увеличена закладка прессованных дрожжей. Тесто замешивают до получения однородной массы, время замеса 7-8 минут.

Расход дрожжей при безопарном способе по сравнению с опарным увеличивается до 2,0-2,5 % к массе муки. Прессованные дрожжи с подъемной силой более 70 мин. рекомендуется предварительно активировать.

Продолжительность брожения теста зависит от количества и качества дрожжей, соли, сахара и жира, и может составлять 2,5-3,5 часа, температура теста 28...32 °С.

Брожение теста осуществляют в дежах или специальных емкостях, в процессе которого предусмотрено две последовательные обминки теста на машине или руками через 60 и 120 мин после замеса. Готовность теста определяют по достижению нужного значения кислотности или по увеличению объема в 1,5-2 раза.

Разделка теста осуществляется через 30 минут после второй перебивки с целью получения тестовых заготовок заданной массы, имеющих оптимальные органолептические свойства для выпечки. В зависимости от сорта муки и вида изделий она включает различные технологические операции такие как, деление теста на куски заданной массы, округление кусков теста, предварительная расстойка тестовых заготовок, формование тестовых заготовок, окончательная расстойка тестовых заготовок

Разделку теста осуществляют на специальном оборудовании - на тестоделительных, тестоокруглительных и тестоформующих машинах, транспортерных лентах, в шкафах для предварительной и окончательной расстойки. На предприятиях малой мощности допускается ручное деление и формование тестовых заготовок

Массу тестовой заготовки определяют исходя из установленной массы готового изделия с учетом точности делителя в соответствии с паспортными данными, величины упека в печи и усушки при хранении на данном предприятии по формуле:

$$Мтз = Мхл + Зуп + Зус \pm \Delta Мтз$$

где Мхл — установленная масса готового изделия, кг;

Зуп - убыль массы теста при выпечке, кг;

Зус - убыль массы готового изделия в период остывания и хранения, кг

ΔМтз - отклонение массы тестовой заготовки при делении, кг.

$$Зуп = Мгх\ q\ уп/100$$

$$Зус = Мгх\ q\ ус/100,$$

где Мгх - масса горячего хлеба при выходе из печи, кг;

$q_{уп}$ - величина упека, % к массе тестовой заготовки;

$q_{ус}$ - величина усушки, % к массе горячего хлеба.

Практикой установлено, что в среднем процент упека колеблется в пределах 8,5-10,5% для изделий массой 0,3-0,7 кг и 9,5-12,5% для изделий массой 0,05-0,2 кг; средний процент усушки неупакованных изделий до момента их реализации при нормальных условиях хранения в торговой сети не превышает 4%.

Исходя из установленных данных, массу тестовой заготовки можно определить по формуле

$$Мтз = Мгх/(100 - q_{уп} – q_{ус}):100$$

Например: для батона нарезного массой 0,5 кг

Мтз = 500/(100 - 10 - 4): 100 = 581,14 = 580**(г)**

В процессе деления теста на куски и формования заготовок из теста почти полностью удаляется углекислый газ, чтобы разрыхлить тесто, придать ему необходимую форму и объем, тесто перед посадкой в печь подвергают расстойке.

Цель расстойки - восстановить нарушенную при формовании структуру теста и обеспечить разрыхление тестовой заготовки за счет выделения диоксида углерода. Лучшими условиями для расстойки являются: температура воздуха 35-45°С и относительная влажность 75- 85%.Осуществляется расстойка в конвейерных люлечных шкафах на предприятиях большой и средней мощности и на расстойных вагонетках в специальных камерах на предприятиях малой мощности. Момент окончания расстойки определяют по органолептическим признакам (изделие заметно увеличивается в объеме и после легкого надавливания пальцами медленно принимает первоначальную форму).

Перед посадкой в печь расстоявшиеся тестовые заготовки подвергают различной обработке в зависимости от формы и сорта изделий

Надрезку батона производят вручную тонким стальным ножом, смоченным в воде.

Выпечка - заключительная стадия приготовления хлебобулочных изделий, от которой в немалой степени зависит их качество.

Цель выпечки - превратить тесто в хорошо усвояемый продукт. Хлебные изделия выпекают в пекарной камере при температуре паровоздушной среды *200-280°*С.

Продолжительность выпечки колеблется от 8 до 12 минут для мелкоштучных изделий, до 60 минут для хлеба крупного развеса (1кг).

В процессе выпечки происходят следующие изменения с тестовой заготовкой:

- прогрев;
- образование корки и мякиша;
- формирование вкуса и аромата;
- увеличение объема;
- уменьшение массы.

Все изменения вызываются теплофизическими, микробиологическими, биохимическими и коллоидными процессами, протекающими одновременно при помещении тестовой заготовки в среду пекарной камеры.

Преимущества безопарного способа:

- ускоряется процесс приготовления теста на 80-90% в отличие от опарного способа;
- обеспечивает хорошее качество булочных и сдобных изделий;
- сокращаются потери сухих веществ при брожении на 2,5%, что увеличивает выход готовых изделий;
- высвобождаются производственные площади, оборудование (бродильные емкости);
- облегчает труд тестовода;
- повышает производительность труда тестовода.

Таблица 1. - Рецептура и режим приготовления теста безопарным способом для батона нарезного из муки пшеничной высшего сорта

Сырье, полуфабрикаты и показатели процесса	Расход сырья и параметры процесса
Мука пшеничная, в/с, кг	100
Дрожжи х./п. прессованные, кг	2-2,5
Соль поваренная пищевая, кг	1,5
Сахар-песок, кг	4
Маргарин столовый с содержанием жира 82 %, кг	3,5
Вода, кг	По расчету
Влажность теста, %	40,5
Температура теста, °С	27-33
Продолжительность брожения, мин	150-240

Расчет расхода воды на замес теста

Потребное количество воды ***(B)*** на замес теста определяют по формуле:

$$B = \frac{C_B \times 100}{10 - Wm}$$

где Св - количество сухого вещества в сырье, используемом на замет теста, кг;

Wm - установленная норма влажности теста, %;

q_c - масса всего сырья, идущего на замес теста, кг.

Влажность теста (Wm) рассчитывают исходя из влажности мякиша хлеба, которая определена нормативным документом на изделие, и прибавляют к этой норме 0,5-1%. Например:

Таблица 2

Расчет потребного количества воды на замес теста при безопарном способе приготовления теста

Сырье	Расход сырья, кг	Влажность сырья, %	Количество сухих веществ, кг
Мука пшеничная в/с	100	14,5	85,5
Дрожжи прессованные	2	75	0,5
Соль поваренная пищевая	1,5	3,5	1,4475

Сахар-песок	4	0.15	3,994
Маргарин столовый с содержанием жира 82%	3,5	15,9	2,9435
ИТОГО	111	-	94,385

Потребное количество воды на замес теста:

$$B=94,385\times 100/(100-40,5) -111=47,63=47,6 \text{ (кг)}$$

Контрольные вопросы:

1. Какой способ приготовления теста называется безопарным?
2. От чего зависит продолжительность брожения теста и как определяется его готовность?
3. Какие технологические операции включает в себя разделка теста?
4. Цель выпечки и ее температурный режим?
5. В чем преимущества безопарного способа приготовления теста?
6. Перечислите этапы технологической схемы батона нарезного при безопарном способе производства?

Определение массы и органолептических показателей хлебобулочных изделий

Цель работы: Освоить методику определения массы и органолептических показателей хлебобулочных изделий

Оборудование и вспомогательные материалы:

- весы среднего класса точности с ценой деления не более 2 г для массы до 200 г включительно, не более 5 г для массы более 200 г;
- гири 5 класса точности по ГОСГ7328-82.

Ход определения. Определение массы отдельного изделия производят при взвешивании его без упаковки.

Среднюю массу изделия определяют как среднеарифметическую величину одновременного взвешивания 10 шт. изделий без упаковки.

При отсутствии возможности одновременного размещения 10 шт. изделия на платформе весов, а также при общей массе изделий, превышающей наибольший предел взвешивания весов, допускается взвешивать изделия поштучно или по несколько штук на одних и тех же весах с суммированием результата в отдельных взвешиваний.

Отклонения от массы отдельного изделия и средней массы определяют как разность между результатами измерений и установленной массой, отнесенную к установленной массе и выраженную в процентах. Отклонения от массы не должны превышать отклонений, допускаемых нормативными документами на хлеб и хлебобулочные изделия.

В соответствии с ГОСТ белый хлеб должен вырабатываться подовым и формовым из пшеничной муки высшего, первого и второго сортов и другого сырья по рецептуре и технологической инструкции.

Органолептическая оценка качества хлеба.

К органолептическим показателям относят форму хлеба, окрасу и состояние его корок, вкус, запах, толщину корок, состояние мякиша по промессу, пористости, эластичности, свежести, наличие или отсутствие хруста от минеральных примесей.

При характеристике внешнего вида осматривается весь образец хлеба. При этом обращают внимание на симметричность и правильность формы. Если никаких отклонений от нормы не обнаружено, то в журнале отмечают, что хлеб нормальный. Если же обнаружены какие-то отклонения, нужно указать, в чем заключается отклонение от нормы.

Цвет корок можно характеризовать как бледный, золотисто-желтый, светло-коричневый, коричневый, темно- коричневый.

При определении состояния корок обращают внимание на правильность формы (выпуклая, плоская, вогнутая), на её поверхность (гладкая, неровная, бугристая, с вздутиями, трещинами или с подрывами). Трещинами считаются разрывы, проходящие через верхнюю корку в одном или нескольких направлениях. Подрывами считаются отрыв боковой корки от верхней у формового или по окружности у подового хлеба.

Цвет мякиша определяют при дневном освещении. Хлеб осторожно разрезают острым ножом сверху вниз на две равные части, при этом обращают внимание на цвет мякиша (белый, серый или темный) и его оттенки (желтоватый, желтый, сероватый, серый и т.д.), отмечают также равномерность его окраски.

При оценке эластичности мякиша нажимают слегка одним пальцем или двумя на поверхность среза, вдавливают мякиш и быстро, оторвав палец от поверхности, наблюдают за мякишем. При полном отсутствии остаточной деформации эластичность мякиша характеризуют хорошей, при наличии не значительной остаточной деформации, т.е. при почти полном восстановлении - средней, при сжимаемости мякиша и значительной остаточной деформации мякиша - плохой.

При оценке пористости хлеба обращают внимание на величину пор (мелкие, средние, крупные), равномерность распределения пор определенной величины на всем пространстве среза мякиша хлеба (равномерная, достаточно равномерная, недостаточно равномерная, неравномерная) и толщину стенок пор (тон да стенная, средней толщины, толстостенная).

Аромат и вкус определяют при дегустации хлеба. Вкус может быть нормальным, кислым, пресным, горьковатым. Иногда хлеб имеет посторонние запахи, влияющие на вкус. Все это фиксируют при дегустации.

Вкус, запах хлеба, состояние мякиша по пористости, эластичности, свежести и наличию или отсутствию хруста от минеральных примесей устанавливают разрезанием отобранных от средней пробы пяти типичных образцов. Толщину корок выводят как среднее из трех определений.

Требования к качеству хлеба и булочных изделий по органолептическим показателям приведены в таблицах 3 и 4 приложения.

Балловая оценка качества изделий

Органолептические показатели качества хлебобулочных и других изделий и точность их массы оценивается по 10- балльной шкале. Для начисления баллов органолептически оцениваются такие показатели качества хлебобулочных изделий, как форма, характер поверхности, состояние мякиша. Для штучных изделий при начислении баллов учитывается величина отклонения от установленной массы. В сухарных и бараночных изделиях вместо состояния мякиша оцениваются соответственно показатели хрупкость и внутреннее состояние (табл. 1-2). Для каждого вида изделий максимальное количество начисляемых баллов по сумме отдельных показателей качества равно 10.

Таблица 1

Шкала начисления баллов за показатели качества хлеба из ржаной, пшеничной, ржано-пшеничной и пшенично-ржаной муки всех сортов

Показатели	Количество баллов	
	Весовой хлеб	Штучный хлеб
Форма		
Правильная, с выпуклостью верхней корки для формового хлеба, без притисков для подового хлеба	2	2
Характер поверхности		
Гладкая (за исключением пшеничного обойного и ржано-пшеиичного обойного), без трещин и подрывов; допускаются наколы для подового хлеба; наличие изделий с размерами трещин менее предусмотренных стандартами (за исключением формового горчичного, ситного и подового ситного с изюмом из муки высшего сорта); окраска равномерная, с блеском верхней корки	4	2
Состояние мякиша		
Хорошая эластичность; для московского, заварного и бородинского - эластичный; хорошо развитая пористость	2-4	2-4
Масса		
При отклонении в массе вполне остывшего хлеба не более чем на ±1,5% (масса устанавливается по средней массе, полученной при взвешивании не менее 10 шг, изделий)	-	2

Таблица 2

Шкала начисления балов за показатели качества булочных изделий

	Количество баллов

Показатели	1 группа - батоны, хлеб домашний	2 группа – городские булки	3 группа – сайки, калачи, ситники	4 группа- плетенные изделия, булки круглые
Форма				
Правильная и симметричная, с хорошо закатанными концами у городских булок и батонов	2	2	2	-
Характер поверхности				
а) С правильной линией разреза и четко выраженным гребешком				
б) Гладкая, без трещин и подрывов, с правильными надрезами или наколами у круглых булок	-	2	-	-
в) Гладкая, без трещин, с блеском у саек и уральских калачей, равномерно мучнистая у московских ситничков и калачей	-	-	-	-
г) Правильными линиями надрезов, без боковых подрывов и притисков; по всем сортам равномерная окраска корки со всех сторон, с блеском верхней корки у батонов и круглых булок	-	-	-	-
д) Гладкая без трещин между жгутами, с блеском у хал и равномерной посыпкой у плетенок	2	-	-	-
Состояние мякиша				
Хорошо пропеченный, эластичный, с хорошо развитой пористостью	-	-	-	2
Масса				
Отклонение в массе вполне остывших изделий не более чем на ±2% (масса устанавливается по средней массе, полученной взвешиванием не менее 10 шт. изделий)	2-4	2-4	2-4	2-4
	2	2	2	2

Таблица 3

Шкала начисления баллов за показатели качества булочной мелочи и сдобных изделий

Показатели	Количество баллов
Форма	
Правильная с четко выраженным рисунком, присущим данному сорту, без притисков (за исключением булочек слоенных и сдобных с помадкой)	2
Характер поверхности	
Тщательная отделка готовой продукции (помадкой, сахарной пудрой и т.д.) или равномерная интенсивная глянцевидная окраска верхней корки	2

Состояние мякиша Хорошая пропеченность, эластичность	4
Масса При отклонении в массе вполне остывших изделий не более чем на ±2% - для изделий массой 100 и 200 г и ±2,5% - для изделий массой 50 г (масса устанавливается по средней массе, полученной взвешиванием не менее 10 шт. изделий).	2

Запись в лабораторном журнале данных органолептической оценки

№ п/п	Показатели	Результаты оценки	Количество баллов
1	Форма		
2	Характеристика корки		
3	Эластичность мякиша		
4	Структура пористости		
5	Цвет мякиша		
6	Вкус		
7	Запах		
	заключение		

Контрольные вопросы

1. В какой интервал времени проводится контроль физико-химических показателей?
2. Как осуществляется контроль хлебобулочных изделий и, какой она должна быть?
3. Какие показатели качества хлеба определяются органолептическими методами?
4. Как контролируют внешний вид хлеба?
5. Контроль цвета и состояния корки хлеба?
6. Контроль цвета и эластичности мякиша?
7. Оценка пористости и аромат хлеба?

Определение влажности хлеба

Цель работы: Освоить методику определения влажности хлеба.

От показателя влажности хлеба зависит его физиологическая ценность и результаты технико-экономических показателей работы хлебопекарных предприятий. Чем выше влажность хлеба, тем меньше в нем полезных сухих веществ (белка, углеводов, витаминов и тл.) и тем ниже его энергетическая ценность. С увеличением влажности хлеба на 1% его выход повышается на 2-3%. Определение влажности хлеба необходимо не только для расчета его выхода, но и для проверки правильности ведения технологического процесса (дозировки основного сырья - муки и воды).

Аппаратура и материалы:

- шкаф сушильный электрический;
- нож;
- тер кайл и механический измельчитель;
- чашечки металлические с крышечками с внутренними размерами: диаметр - 45 мм; высота- 20 мм;
- весы лабораторные общего назначения;
- эксикатор.

Ход анализа. Определение влажности мякиша проводят путем высушивания в сушильном шкафу СЭШ - 1 (или других марок) при определенных условиях и выражают в процентах.

Определение влажности хлеба и хлебобулочных изделий массой более 02 кг. Образец хлеба разрезают поперек на две приблизительно равные части и от одной части отрезают ломоть толщиной 1-3 см; отделяют мякиш от корок на расстоянии около 1 см. Масса выделенной пробы не должна быть менее 20 г.

Подготовленную пробу измельчают и взвешивают в заранее высушенных и взвешенных бюксах с крышками две навески по 5 г. каждая с погрешностью не бол ее 0,01 г.

Приготовленные пробы в открытых бюксах (поставленных на крышки) помещают в предварительно подогретый (140-145°С) электрический сушильный шкаф с терморегулятором. Температура в шкафу при этом быстро падает (ниже 130°С). *В* течение 10 мин её доводят до 130°С и при этой температуре продолжают высушивать в течение 40 мин.

Если необходимая температура (130°С) в электрическом сушильном шкафу устанавливается за 1-2 мин., рекомендуется проводить высушивание в нем в течение 50 мин с момента помещения проб в шкаф.

После высушивания бюксы вынимают, закрывают Крышками и переносят в эксикатор для охлаждения на 15-20 мин. Охлажденные бюксы снова взвешивают и по разности между массой до и после высушивания определяют количество испарившейся влаги из 5 г хлеб а.

Определение влажности хлебобулочных изделий массой 0,2 кг и менее. Из середины отобранного лабораторного образца вырезают ломти толщиной 3-5 см, отделяют мякиш от корок и удаляют все включения (изюм, повидло, орехи, и др., кроме мака). Масса выделенной пробы не должна быть меньшего 50**.**

Далее влажность определяют, как указано выше.

Обработка результатов. Влажность(W) в процентах вычисляют по формуле

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m} \times 100$$

где m_1 - масса чашечки с навеской до высушивания, г;

m_2- масса чашечки с навеской после высушивания, г;

m-масса навески изделия, г.

За окончательный результат принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений.

Контрольные вопросы.

1. Какое знамение имеет показатель влажности хлеба?
2. Каким методом проводят контроль влажности хлеба.
3. Особенности определения влажности хлебобулочных изделий массой 02 кг и менее?
4. При какой температуре проводится определение влажности?
5. Какая влажность должна быть различных видов хлебобулочных изделий?

Определение кислотности хлеба

Цель работы: Освоить методику определения кислотности хлеба

Показатель кислотности хлеба характеризует качество хлеба с вкусовой и гигиенической стороны и обусловлен всеми кислореагирующими веществами муки и продуктами жизнедеятельности дрожжей и бактерий: углекислотой, молочной, янтарной, уксусной, муравьиной и другими кислотами.

По этому показателю можно судить о правильности ведения технологического процесса приготовления хлеба.

Кислотность хлеба выражается в градусах кислотности. Под градусом кислотности понимают количество миллилитров нормального раствора едкого раствор а натра или едкого калия, необходимого для нейтрализации кислот, содержащихся в 100 г. хлебного мякиша

Оборудование и вспомогательные материалы.

-секундомер (часы),

-термометр,

-марля медицинская.

Посуда:

- широкогорлые бутылки вместимостью 500 мл с хорошо пригнанными пробками;
- конические колбы и стаканы вместимостью 50,100 и 200мл;
- мерные колбы вместимостью 100 и 250мп; пипетки на 25 и 50 мл;
- бюретка,
- стеклянная палочка с резиновым наконечником.

Реактивы:

- гидроксид натрия (NaOH) или гидроксид калия(КОН),
- фенолфталеин (1%-ный спиртовой раствор).

Ход определения.

а) Для хлеба, булочных и сдобных изделий (арбитражный метод).

Взвешивают 25 г свежеизмельченной пробы и аккуратно пересыпают крошку в сухую бутылку. Мерную колбу на 250 мл заполняют до метки дистиллированной водой комнатной температуры. Часть (1 /4-1 /5) воды отливают в бутыли с навеской и при помощи стеклянной палочки с резиновым наконечником тщательно размешивают крошку с водой до получения однородной массы, затем постепенно приливают остальную воду. Бутылку

закрывают пробкой, встряхивают в течение 2-3 минут и оставляют при комнатной температуре на 10 минут. После этого повторно встряхивают и еще оставляет в покое на 8-10 минут.

Отстоявшийся верхний слой осторожно сливают через марлю в (сухой стакан. Пипеткой отбирают из стакана в две конические колбы на 100-150 мл по 50 мл полученного раствора, добавляют в каждую колбу по 2-3 капли раствора фенолфталеина и титруют с бюретки 0,1 М раствором гидроксида натрия (или калия) до появления устойчивого (не исчезающего в течение 1 минуты) светло-розового окрашивания. Если после истечения минуты окрашивание все же исчезло и не восстанавливается после добавления в колбу еще 2-3 капель фенолфталеина, то титрование следует продолжить. Количество (в мл) раствора NaOH (KOH), пошедшее на титрование пробы записывают, обозначив его показателем V.

б) Ускоренный метод.

Взвешивают 25,0 г крошки, полученной по 4,5. Навесу помещают в сухую бутылку (типа молочной) вместимость 500 $см^3$, с хорошо пригнанной пробкой.

Мерную колбу вместимостью 250 $см^3$ наполняют до метки дистиллированной водой, подогретой до 60°С.

Около $^1/_4$ взятой дистиллированной воды переливают в бутылку с крошкой. Быстро растирают деревянной палочной до получения однородной массы, без заметных комочков и не растертой крошки.

К полученной смеси прибавляют из мерной колбы всю оставшуюся дистиллированную воду. Бутылку закрывают пробкой и энергично встряхивают в течение 3 минут.

После встряхивания дают смеси отстояться в течение 1 минуты и отстоявшийся жидкий слой осторожно спивают в сухой стакан через сито или марлю. Из стакана отбирают пипеткой по 50 $см^3$ раствора в две конические колбы вместимостью 100-150 $см^3$ каждая и титруют раствором молярной концентрации 0,1 моль/$дм^3$ гидроокиси калия с 2-3 капли фенолфталеина до получения слабо-розового окрашивания, не исчезающего при спокойном состоянии колбы в течении 1 минуты.

Титрование продолжают, если по истечении 1 мин окраска пропадает и не появляется от прибавления 2-3 капель фенолфталеина.

в) Для изделий с повышенной влажностью.

Взвешивают 10 г крошки и помещают навесу в коническую колбу на 200-250мл. отмеряют 100 мл дистиллированной воды при комнатной температуре и небольшими порциями (примерно по 20 мл) постепенно вводят ее в колбу с навеской, после каждого добавления тщательно взбалтывая содержимое и, стремясь, каждый раз получить однородную массу. После этого смесь оставляют на 15 минут для отстаивания, а затем аккуратно сливают верхний слой через марлю в сухой стакан. Пипеткой вносят по 25 мл фильтрата в две конические колбы на 100 мл, добавляют в каждую колбу по 5 капель раствора

фенолфталеина и титруют до появления устойчивого розового окрашивания. Далее действуют, как при определении кислотности для хлеба

Расчет кислотности (Н) проводят, используя формулу:

$$H = \frac{V \times V_1 \times 100}{10 \times m \times V_2} \times K$$

где V - объем использованного на титровании 0,1 М раствора гидроксида натрия(калия), мл;

V_1 - объем дистиллированной воды, взятой для смешивания с навесной, мл; 100- коэффициент пересчета на 100 г навески,

1/10 - коэффициент приведения используемой 0,1 М концентрации раствора гидроксида к стандартной 1М концентрации;

m - масса навески, г;

V_2- объем фильтрата, взятого на титрование, мл;

К - поправочный коэффициент, вводимый, если для титрования использована концентрация раствора гидроксида, несколько отличающаяся от 0,1 М (равен отношению реально использованной молярной концентрации к0,1 М),при использовании 0,1 М раствора К=1.

Если при анализе точно соблюдены все указанные в данной методике значения масс, объемов и концентраций, то для хлеба и булочных изделий V_1=250 мл, V_2=50 мл, m=25 г, К=1, и формулы, соответственно, приобретают вид:

H=2V и H=4V

Контрольные вопросы.

1. Что характеризует показатель кислотности хлеба?
2. Какими методами определяется кислотность мякиша готовых изделий?
3. Каковы различия в определении кислотности арбитражным и ускоренным методами?
4. Особенности контроля кислотности для изделий с пониженной влажностью?
5. В каких единицах измеряется кислотность?

Определение пористости хлеба

Цель работы: Освоить методику определения пористости хлеба.

Под пористостью хлеба понимают отношение пор мякиша к общему объему хлебного мякиша, выраженного в процентах. Пористость хлеба с учетом её структуры (крупности пор, однородности, толщины стенок) характеризует важное свойство хлеба - его большую или меньшую усвояемость.

Оборудование и материалы:

- весы лабораторные;

-прибор Журавлева (рис 1)

Пористость мякиша массой не менее 200 г определяют при помощи прибора Журавлева по методу Завьялова. Прибор Журавлева состоит из следующих частей:

а - в сборе

б - в разобранном виде

1. - металлический цилиндр с заостренным фаем с одной стороны;
2. - деревянная втулка;
3. - деревянный лоток с поперечной стенкой. На лотке на расстоянии 33 см от стенки имеется прорезь глубинной 1,5 см

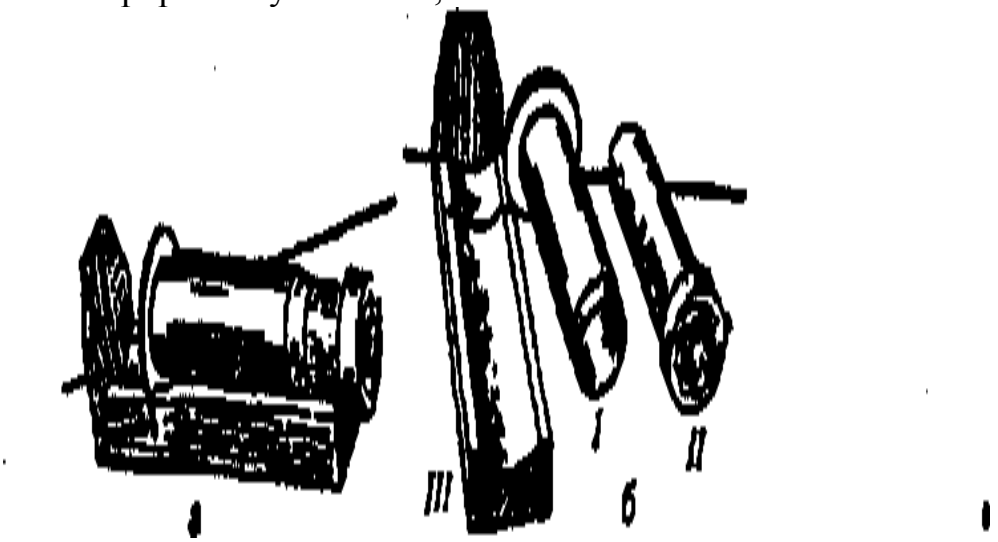


Рис 1. Пробор Журавлева

Ход определения. Отбор проб производится по ГОСТ 5667.

Определение пористости проводят следующим образом: из середины образца вырезают кусок шириной не менее 7-8 см. Из мякиша куска на расстоянии не менее 1 см от корок делают выемки цилиндром прибора, для чего острый край цилиндра, предварительно смазанный растительным маслом, вводят вращательными движениями в мякиш куска. Заполненный мякишем цилиндр укладывают на лоток так, чтобы ободок его плотно входил в прорезь, имеющуюся на лотке. Затем хлебный мякиш выталкивают из цилиндра втулкой. Примерно на 1 см и срезают его у края цилиндра острым ножом. Отрезанный кусочек мякиша удаляют. Оставшийся в цилиндре мякиш выталкивают втулкой до стенки лотка и также отрезают у края цилиндра.

Для определения пористости делают три цилиндрические выемки объемом (27±05) $см^3$ каждая. Приготовленные выемки взвешивают одновременно с точностью до 0,01 г. В штучных изделиях, где из одного ломтика нельзя получить выемки, сделать выемки из двух ломтиков или двух изделий.

Пористость (П) в процентах вычисляет по формуле:

$$П = \frac{V - m \div p}{V} \times 100$$

где m - масса выемок, г;

V - общий объем выемок хлеба, $см^3$;

р- плотность беспористой массы мякиша.

Вычисления производят с точностью до 1%.

При объеме одной выемки точно 27 $см^3$ можно для определения пористости изделий пользоваться табл. 5-8 приложения.

Плотность беспористой массы (р) принимают для хлеба по табл. 1.

Если сорт муки, из которого выработано изделие, отсутствует в таблице, предлагается использовать значение р для муки наиболее близкой по составу. Можно также применить для анализа пористости таких изделий метод Якоби.

Таблица 1

Плотность беспористой массы мякиша

Хлеб и булочные изделия	Р
Из пшеничной муки высшего и 1 сорта	1,31
Из пшеничной муки 2 сорта	1,26
Из смеси пшеничной муки 1 и 2 сорта	1,28
Из пшеничной подольской муки	1,25
Из пшеничной муки с повышенным содержанием отрубных частиц	1,23
Из пшеничной обойной муки	1,21
Из ржаной сеяной и заварных сорта в муки	1,27
Из смеси ржаной сеянной муки и пшеничной 1 сорта	1,22
Из смеси ржаной обдирной муки и пшеничной высшего сорта	1,26
Из смеси ржаной обдирной муки и пшеничной 1 сорта	1,25
Из смеси рваной обдирной муки и пшеничной 2 сорта	1,23
Из смеси ржаной обдирной муки и пшеничной подольский	1,22
Из ржаной обойной муки или смеси ржаной обойной и пшеничной обойной муки	1,21

Определение объемного выхода хлеба

Цель работы: Освоить методику определения объемного выхода хлеба

Объемный выход хлеба, или его объем, пересчитанный на 100 г муки при влажности ее 14,5%, является одним из наиболее важных показателей качества хлеба. Для определения объемного выхода необходимо иметь семена проса, клевера или другие семена мелких размеров, высокой сыпучести и свободные от примесей. Кроме того, нужна соответствующая посуда, вмещающая один хлебец и часть семян для того, чтобы по разности между объемом семян, заполняющих сосуд без хлебца и с вложенным в него хлебцем, определить объем последнего.

Приспособление (рис. 1.) для определения объемного выхода хлеба состоит из жестяного цилиндра, кружки для насыпания семян, воронки с нижним отверстием, закрывающимся заслонкой и мерного цилиндра емкостью 1 л. Для определения объемного выхода сначала наполняют цилиндр семенами так, чтобы они сыпались через края, сгребают излишек планкой или линейкой. После этого освобождают и высыпают в нее часть семян из цилиндра, оставляя лишь небольшой слой на дне. Сверх семян осторожно кладут хлебец, цилиндр

устанавливают на сетку над воронкой, предварительно закрыв - нижнее отверстие заслонкой.

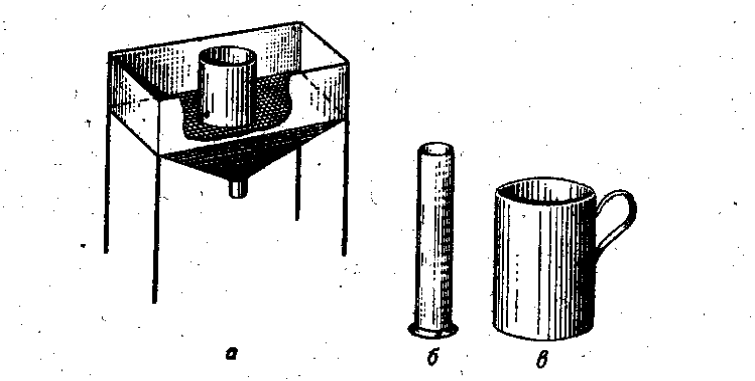


Рис. **1.** Приспособление для определения объемного выхода хлеба:
а - столик с воронкой и установленным на его сетчатое дно цилиндром; б -мерный цилиндр; в - кружка для семян.

Затем все семена из кружки высыпают поверх хлебца в цилиндр. При этом часть семян просыпается в воронку, а в цилиндре образуется излишек семян в виде горки. Последнюю снова сгребают линейкой по верхнему краю цилиндра. Таким образом, все семена, не вместившиеся в цилиндре, поскольку их, место занял хлебец, окажутся собранными в воронке. Объем собранных семян точно равен объему хлебца. Теперь остается подставить к отверстию воронки мерный цилиндр и спустить в нёго семена, отметив занимаемый ими объем.

Семена предварительно просеивают на ситах - Верхнее с диаметром отверстий 2,2 мм и нижнее 1,2 мм. Используется лишь та фракция, которая остается на нижнем сите с диаметром отверстий 1,2 мм. Измеряют хлеб дважды, причем расхождение между параллельными анализами не должно превышать 5%. Объемный вес хлеба *x* определяют по формуле:

$$x = \frac{V \times 100}{374}$$

где *V* - объем лучшего по совокупности признаков хлебца в миллилитрах; 374 -- вес муки с влажностью 14,5% в граммах, пошедшей на выпечку одного хлебца.

Определение расплываемости подового хлеба, т.е. отношения высоты к диаметру подового хлебца. На специальном приборе или линейкой определяют диаметр хлебца и его высоту и делят высоту на его диаметр. Измерения проводят несколько раз, затем делят наибольшую высоту на средний диаметр.

Контрольные вопросы.

1. Каким способом осуществляется объемный выход хлеба?
2. Какие факторы влияют на объемный выход хлеба?
3. Как осуществляется контроль выхода хлеба на хлебопекарных предприятиях?
4. Опишите приспособление для определения объемного выхода хлеба.

Работа 2.2. Оценка качества растительного масла

Цель работы: Изучить оценку качества растительного масла согласно нормативной документации; освоить методы оценки качества растительного масла; оценить значение физико-химических показателей для исследуемого объекта.

Отбор проб

Качество растительного масла определяют по его внешнему виду, физическим свойствам и химическому составу. Для отбора проб применяют специальный пробоотборник, который имеет вид стальной (или алюминиевой) трубки с внутренним диаметром 2,5 мм; длина её несколько больше высоты той тары, из которой отбирается проба. Внутри трубки проходит металлический прут (длиннее трубки на 15-20 см), оканчивающихся внизу деревянной конической пробкой, которая плотно входит в трубку. На нижнем конце трубка расширена по форме пробки.

Трубку медленно опускают в слой масла на нужную глубину при закрытой пробке, после чего нажимают на прут, и пробка выходит из трубки, в которую набирается масло. Затем прут поднимают, конец трубки закрывают пробкой. Трубку вынимают, дают стечь маслу, приставшему к ней снаружи; взятую пробу выливают в сухую стеклянную посуду.

От партий весом до 16 т пробу берут в размере 1 л; свыше 16 до 50 т – 2 л; от 50 до 200 т – 5 л (ГОСТ 32190-2013) [1]. Плотно закрытую с обвязанным пергаментом горлышком склянку отправляют в лабораторию для анализа. На случай арбитража параллельно берут и сохраняют на складе вторую пробу.

Определение запаха, вкуса и прозрачности

В соответствии с ГОСТом 5472-50 запах, вкус и прозрачность определяют при температуре 20^0. На стеклянную пластинку наносят тонкий слой масла или растирают его на тыльной стороне руки и исследуют запах. Отчётливо ощущается запах, если масло нагреть на водяной бане до 50^0.

Для определения цвета наливают масло в стакан слоем не менее 50 мл и рассматривают в проходящем и отраженном свете. Отмечается цвет и оттенок масла, например «желтый с зеленоватым оттенком».

Прозрачность определяют в цилиндре с притёртой пробкой ёмкостью 100 мл с ценой деления 0,5 мл. Наливают в цилиндр масло и оставляют в покое при 20^0 на 24 часа (касторовое – на 48 часов). Если за этот период не обнаружится мути или взвешенных хлопьев, масло считается прозрачным.

Содержание влаги и летучих веществ определяют высушиванием при 105^0 до постоянного веса. Для этого отвешивают две пробы масла по 5 г каждая на аналитических весах и ставят в сушильный шкаф при $100\text{-}105^0$. Через 30 мин взвешивают первый раз и затем каждые 15 мин. Если при двух последовательных взвешиваниях вес последующего по сравнению с предыдущим отличается меньше, чем на 0,005 г, сушку заканчивают. Взвешивают на аналитических весах. Влажность и содержание летучих веществ определяют в % на сырой вес.

Определение йодного числа

Йодным числом называется число граммов йода, которое реагирует со 100 г масла. Чем больше йодное число, тем выше содержание в масле непредельных кислот и тем ценнее масло для приготовления олифы и лака. По йодному числу можно судить также, чистое масло или смешанное. Проба должна быть хорошо перемешана и профильтрована.

Йодное число ртутным методом определяют следующим образом. Приготовляют йодно-ртутный раствор; растворяют 25 г йода в 500 мл 96% - ного спирта (ректификата); отдельно растворяют 30 г сулемы в 500 мл такого же спирта и профильтровывают. Оба раствора хранят отдельно в склянках тёмного стекла с притертыми пробками и смешивают в соотношении 1:1 только за 48 часов до определения.

Приготовляют 0,1 н. раствор гипосульфата, растворяя 25 г последнего в 1 л свежепрокипяченной дистиллированной воды. Титр раствора проверяют не раньше, чем через 14 дней. Для этого 1-2 г чистого йодистого калия (не содержащего йодновато-кислого калия) всыпают в колбу и растворяют в возможно малом количестве воды, прибавляют 5 мл HCl, разбавленной 1:5 водой (HCl - берут с удельным весом - 1,035 кг/дм^3). Затем из бюретки приливают 20 мл 0,1 н. раствора двухромовокислого калия, оставляют на 5 минут в темном месте и разбалтывают дистиллированной водой до 200-300 мл. После этого титруют испытуемым раствором гипосульфита, постоянно взбалтывая до слабо-желтого цвета. Прибавляют 1 мл 1%-ного раствора крахмала и продолжают титровать до исчезновения синей окраски.

Раствор двухромовокислого калия 0,1 н. раствора приготовляют растворением в 1 л дистиллированной воды точной навески 4,9033 г химиката, дважды перекристаллизованного при температуре 130º. Один миллилитр такого раствора соответствует 0,01 г йода.

В коническую колбу с притертой пробкой берут навеску масла (в зависимости от величины йодного числа); если йодное число равно 30, то берут 1,0000 г масла (на аналитических весах), приливают 10 мл хлороформа и 25 мл йодно-ртутного раствора и настаивают 6 часов.

Согласно ГОСТ 5475-69, если йодное число от 30 до 50, берут 0,6000 г масла и настаивают 8 часов; если от 50 до 100, то берут 0,3000 г масла и настаивают 12 часов и.т.д.

Одновременно ведут так называемый контрольный или пустой опыт, без навески масла.

После настаивания приливают 10 мл 10%-ного раствора йодистого калия. Если появляется красный осадок, добавляют еще раствора йодистого калия до полного растворения осадка. Добавляют 100 мл дистиллированной воды и, взбалтывая, титруют 0,1 н. раствором гипосульфита до слабо-желтого окрашивания; прибавляют 1 мл раствора крахмала и титруют до исчезновения синего окрашивания. Йодное число вычисляется по формуле:

$$X = \frac{1{,}269 \cdot F \cdot (V - V_1)}{g},$$

где F - фактор пересчета на строго 0,1 н. раствор гипосульфита; V - число миллилитров 0,1 н. раствора гипосульфита в контрольном опыте; V_1 - то же самое число в колбе с навеской масла; g - навеска масла в граммах; X - йодное число.

Вычисляют величину йодного числа и указывают, каким способом произведен анализ (йодно-ртутным или бром-йодным раствором в ледяной уксусной кислоте). Йодное число определяют как среднее арифметическое из двух определений. Допустимые расхождения: 0,40 йодного числа при величине его до 100 и 1,0 – при величине йодного числа более 100.

Методом раствора бром-йода в ледяной уксусной кислоте йодное число определяют следующим образом. Приготавливают раствор бром-йода в ледяной уксусной кислоте: 13 г йода обливают небольшим количеством уксусной кислоты (ледяной), доливают этой кислотой до 1 л и выдерживают до полного растворения. Для удаления избытка брома, через раствор пропускают углекислый газ.

Навеску берут, как и в предыдущем опыте, по разности веса; размеры навески те же самые. Ведут параллельно пустой опыт. Приливают 10 мл хлороформа и 25 мл раствора бром-йода в ледяной уксусной кислоте и закрывают колбу пробкой. Осторожно перемешивают и оставляют стоять в темном (при температуре 20º) для настаивания (30 минут для йодного числа до 120 и 1 час – более 120). В дальнейшем титруют и вычисляют йодное число, как описано выше.

Задание. Определить запах, вкус и прозрачность подсолнечного масла. Ознакомиться с взятием образцов растительного масла, определением влаги и летучих кислот.

Определить йодное число в растительном масле, льняном или подсолнечном.

Определение кислотного числа

Согласно ГОСТ 31933-2012, отфильтрованное масло в количестве 3-5 г отвешивают в конической колбе, приливают 50 мл смеси этилового эфира и этилового спирта (2:1). Для лучшего растворения масла колбу слегка подогревают на водяной бане при взбалтывании, дают охладиться (15-20º). Быстро титруют 0,1 н. раствором едкого калия или натрия до ясного изменения окраски при индикаторе фенолфталеине. При этом количество спирта (применяемого с эфиром или без него) должно быть, не менее чем в 5 раз больше количества израсходованного на титрование 0,1 н. раствора едкого калия или натрия, в противном случае возможен гидролиз масла, и результаты анализа будут неправильные [4].

Если кислотное число масла больше 6 кг, навеску масла берут около 2 г и растворяют в 40 мл смеси этилового эфира с этиловым спиртом. Применение нейтрального спирта без эфира допускается только при определении кислотного числа касторового масла.

Кислотное число определяют по формуле:

$$X = \frac{M \cdot F \cdot V}{g},$$

где V – число миллилитров 0,1 н. раствора едкого калия или едкого натрия, израсходованного на титрование; F – коэффициент пересчета на строго 0,1 н. раствор едкого калия или натрия; M – для едкого калия равное 5,011 и для едкого натрия равное 4,0; g- навеска масла в граммах.

Определение числа омыления

Числом омыления называется число миллиграммов 0,5 н. раствора едкого калия, необходимое для омыления глицеридов и нейтрализации жирных кислот, входящих в состав масла.

Приготовляют 0,5 н. спиртовой раствор едкого калия: растворяют в 50-60 мл дистиллированной воды 30 г чистого KOH (предварительно ополоснутого чисто дистиллированной водой), доливают 95%-ным этиловым спиртом до 1 л и оставляют на сутки. Раствор осторожно сливают с осадка в склянку темного стекла, защищая от углекислого газа воздуха трубкой с натронной известью. Раствор должен быть бесцветным.

Пробу масла профильтровывают, отвешивают в конической колбе около 2 г масла с точностью до 1,001 г, приливают из бюретки 25 мл 0,5 н. раствора едкого калия, соединяют колбу с обратным холодильником, опускают поглубже в сильно кипящую водяную баню и кипятят около часа, взбалтывая время от времени колбу. Таким путем получают мыльный раствор. К прозрачному горячему раствору приливают 0,5 мл 1%-ного раствора фенолфталеина и быстро титруют 0,5 н. раствором соляной кислоты до нейтральной реакции. Параллельно ведут пустой опыт (без навески масла). Число омыления определяют, пользуясь формулой:

$$X = \frac{28{,}035 \cdot F \cdot (V - V_1)}{g},$$

где - 28,039 мг KOH соответствует одному миллилитру 0,5 раствора HCl; F – фактор пересчета на строго 0,5 н. раствора HCl; V – число миллилитров 0,5 н. раствора HCI, израсходованное на титрование в пустом опыте; V_1 – то же, в опыте с навеской масла; g - навеска масла а граммах.

Число омыления определяется как среднее арифметическое из двух определений (параллельных). Расхождение между параллельными анализами должно быть не более 1,0.

Определение цветности масла

Интенсивность окраски масла зависит от ряда причин. Если семена хранились во влажном состоянии и подвергались согреванию, то интенсивность окраски масла резко увеличивается вследствие того, что под влиянием ферментов происходит расщепление жира с образованием окрашенных продуктов, переходящих в масло. Таким образом, повышенная цветность масла в большинстве случаев свойственна маслу пониженного качества. Она

указывает или на неправильный технологический процесс (недостаточную очистку семян, перегревание мятки и.т.д.), или же на порчу семян в период хранения или перевозки. В последнем случае повышенная цветность сопровождается повышенной кислотностью и другими признаками ухудшения качества масла.

Цветность масла определяют в пробирках сравнением масла с таким же стандартными пробирками, содержащими раствор йода в йодистом калии.

Интенсивность окраски раствора находится в прямой от концентрации йода. Поэтому цветность определяется по концентрации йода. *Цветным числом называется число граммов свободного йода, содержащегося в 100 мл водного раствора йода в йодистом калии одинакового цвета с испытуемым маслом при высоте столба последнего раствора 1 см.*

Для определения цветного числа необходимо приготовить набор (шкалу) пробирок со стандартными растворами йода. В мерную колбу на 200 мл отвешивают 5 мг кристаллического (невозогнанного) йода и 10 г йодистого калия, приливают 50-100 мл дистиллированной воды и после растворения доводят колбу до метки. Таким путем приготовляют 2,5%-ный раствор йода, необходимый для приготовления исходного раствора, содержащегося 0,1 г в 100 мл или 1 мг в 1 мл раствора. Для получения исходного раствора берут пипеткой 10 мл приготовленного 2,5-ного раствора в мерную колбу на 250 мл и доливают дистиллированной водой до метки. Титр исходного раствора устанавливают по гипосульфиту. Предположим, что приготовленный раствор содержит точно 1 мг йода в 1 мл. Тогда берут десять пробирок бесцветного стекла одинакового диаметра, нумеруют их и наливают исходный раствор из бюретки, разбавляя дистиллированной водой в следующих пропорциях:

Приготовление стандартной шкалы

Номер пробирки	Количество исходного раствора (в мл)	Количество воды (в мл)	Цветное число
1	2	3	4
1	10	0	100
2	6	4	60
3	5	5	50
4	4	6	40
5	3	7	30
6	2,5	7,5	25
7	2,0	8,0	20
8	1,0	9,0	5
9	0,5	9,5	1
10	1,1	9,9	1

Цифры крайнего столбика справа (величины цветного числа) наносят на пробирки соответствующих номеров. В тех случаях, когда титр раствора больше или меньше 1 мг в 1 мл, вносят соответствующую поправку или же уточняют раствор с тем, чтобы количество йода в каждой пробирке соответствовало числам, приведенным в таблице.

Приготовленную стандартную шкалу хранят в темном месте. Один раз в месяц проверяют цвет стандартных растворов, для этого снова приготовляют исходный раствор и сравнивают цвет со стандартными пробирками.

Контрольные вопросы

1. Как проводят отбор проб? Как определяют запах, вкус и прозрачность растительного масла?

2. Что называют йодным числом? Как его определяют?

3. Каким образом ведут определение кислотного числа? В каких единицах определяется кислотное число растительного масла?

4. Что называют числом омыления? В каких единицах определяется число омыления растительного масла?

5. Как определяют цветность масла? От чего зависит интенсивность окраски масла.

Работа 2.3. Расчет емкости буртов и площади участка под бурты

Цель работы. Ознакомиться с устройством полевых хранилищ и освоить методику составления планов размещения продукции в хранилищах.

Значение. Среди мероприятий, способствующих круглогодовому снабжению населения свежими картофелем, овощами и, плодами, решающее значение имеет хранение только в городах, в заготовительных организациях, но и непосредственно в хозяйствах. Для длительного хранения овощей и картофеля лучше всего использовать капитальные стационарные хранилища, оборудованные специальными установками для поддержания оптимального режима температуры, влажности и газовой среды. Однако при сооружении требуются значительные затраты средств, материалов, специального оборудования, что при огромной потребности в хранилищах не позволяет быстро создать необходимые емкости хранения. Учитывая и то, что еще не все хозяйства имеют стационарные хранилища, а также экономически не во всех хозяйствах целесообразно их строить, поэтому широко используется хранение в буртах и траншеях. Необходимо знать и то, что в буртах и траншеях при правильной закладке и хорошем уходе продукция хранится часто лучше, чем в капитальных хранилищах.

Временное полевое хранение (в буртах, траншеях) с хорошими результатами можно проводить в районах со средней температурой января не ниже - 20°С.

Полевые хранилища используются также в высокогорных районах субтропической и тропической зон мира, где годичные изменения температуры близки к умеренному поясу.

Порядок работы. Площадка для буртов и траншей выбирается с таким учетом, чтобы была сухой, на возвышенном месте, не затопляемом ливневыми и талыми водами, и защищена от господствующих холодных ветров (лесопосадкой, строениями, заборами). Желательно, чтобы она имела

небольшой уклон в средней и холодной зонах на запад, юго-запад и юг, в южной зоне - на север, северо-запад или северо-восток.

Для закладки буртов и особенно траншей имеет значение также механический состав почвы. Лучшими почвами для буртов и траншей являются легкие супесчаные и суглинистые с хорошей аэрацией, так как укрытие получается ровным, без трещин. Тяжелые суглинистые и особенно тяжелые глинистые почвы малопригодны ввиду опасности затопления и плохой проницаемости для воздуха.

Уровень грунтовых вод не должен быть ближе 1,5-2 метров от дна котлованов буртов и траншей.

Бурты и траншеи располагают попарно по направлению холодных ветров с учетом удобства отвода дождевых и талых вод.

Размеры траншеи и буртов - их ширина, глубина котлована, высота слоя загрузки продукции - зависят от климатической зоны, а также вида закладываемой продукции. Чем суровее зима, тем они больше, а чем теплее зона, тем меньше.

Площадь для размещения буртов и траншей определяют, исходя из емкости одного бурта или траншеи и площади, которую они занимают. Емкость одного бурта или траншеи в тоннах равна произведению объема в кубических метрах на величину плотности продукции.

Таблица 1

Объемная масса основных видов овощей и картофеля, $м^3/т$

Наименование продукции	Объемная масса, $м^3/т$		
	минимальная	максимальная	средняя
1. Картофель	0,36	0,70	0,65
2. Капуста белокочанная	0,33	0,43	0,40
3. Капуста краснокочанная	0,45	0,50	0,47
4. Свекла	0,50	0,65	0,60
5. Морковь	0,55	0,58	0,56
6. Репа	0,52	0,55	0,53
7. Брюква	0,53	0,61	0,55
8. Лук	0,54	0,59	0,56
	0,41	0,43	0,42

Примерные показатели продукции объемной массы 1 $м^3$ для основных видов овощей и картофеля приводится в таблице 1.

Необходимо учитывать, что объемная масса продукции зависит от вида, сорта, крупности (клубней корнеплодов), условий агротехники и др. Поэтому для получения более точных данных необходимо установить объемную массу взвешиванием продукции в ящике определенного объема. Если внутренние стенки ящика по высоте, длине и ширине будут равны 0,5 м, то объем его будет равен: 0,5×0,5×0,5 = 0,125 $м^3$ или 1/8 $м^3$. Необходимо провести несколько взвешиваний и как конечный результат взять среднее арифметическое.

Объем бурта определяется по формуле:

$$V = a \cdot l \cdot \frac{h}{2},$$ где

V - объем бурта, $м^3$;

а - ширина бурта по основанию, м;
l - длина бурта, м;
h - высота бурта, м.
Если бурт с заглублением, то объем определяют по формуле:

$$V = a \cdot l \frac{h}{2} + a \cdot l_1 \cdot h_1, \text{ где}$$

h_1 - глубина котлована, м;
l_1 - длина котлована.

При определении емкости буртов вносят поправку на торцевой откос штабеля, который заполнен продукцией только наполовину. Поэтому длину бурта (l), измеренную, при вычислении объема надземной части уменьшают на 1 м. Кроме того, при точных расчетах объем бурта уменьшают на 3-5% (объем, занимаемый вентиляционными трубами).

Зная объем бурта, траншеи и массу 1 м^3 продукции, легко подсчитать их емкость в тоннах.

Пример. При длине бурта 21 м, ширине 2 м, высоте над поверхностью земли 1 м и при глубине котлована 30 см общий •объем бурта вычисляется следующим образом:

$$V = a \cdot l \frac{h}{2} + a \cdot l_1 \cdot h_1 = (21-1) \cdot \frac{l}{2} + 2 \cdot 21 \cdot 0{,}3 = 20 + 12{,}6 = 32{,}6 м^3$$

Емкость бурта при загрузке картофелем (масса 1 м^3 0,65) будет 32,6×0,65 = 21,19≈21 т.

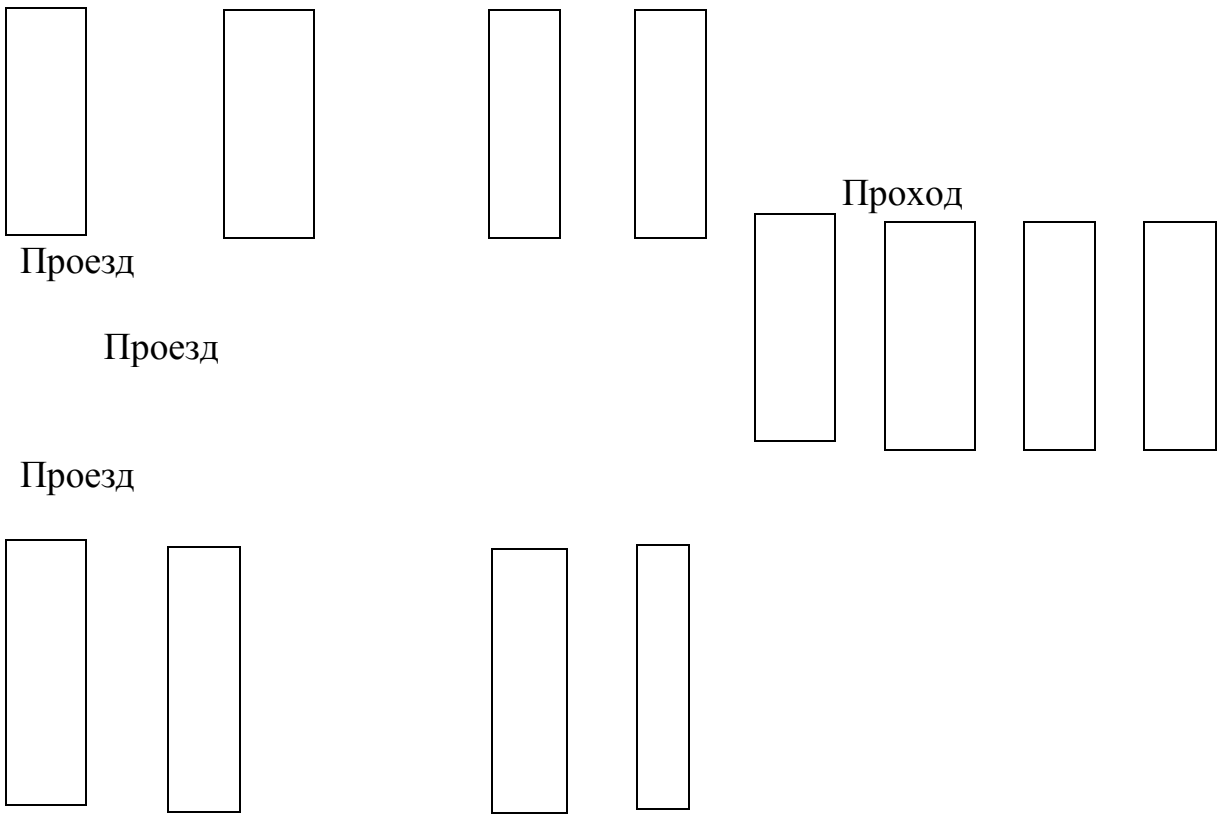


Рис. 1. Схема расположения буртов на буртовой площадке.

Зная размеры бурта (траншеи), легко рассчитать, какая площадь нужна для буртового участка на планируемое количество закладываемой продукции (рис. 1).

С учетом ширины проездов и проходов, для одного бурта требуется площадь: по длине 21+4 (проезд)+3 (проход) = 28м; по ширине 2+3 (проезд) +2,5 (проход) =7,5 м. Следовательно, площадь 1 бурта для картофеля равна 5 = 28х1,5 = 210 м^2. Площадь под вес бурты определяется путем умножения площади одного бурта на общее количество их и выражается в га. Общая площадь обычно равна сумме площадей, занятых буртами или траншеями, плюс 350% площади на проезды и дороги.

Укрытие буртов и траншей проводится послойно и постепенно по мере снижения температуры массы заложенной продукции.

Основные техникоэкономические показатели буртов и траншей приводятся в таблице 2.

Таблица 2

Технико-экономические показатели буртов и траншей при длине 20 м

Показатели	Бурты (ширина ×глубину, м)					Траншеи (ширина×глуб. в м.) 1×1
	1,5×0,2	2×0,2	2,5×0,2	3,0×0,2	3×0,5	
1. Емкость, т	10	16	34	34	46	14
2.Потребность в площади, м^2/т	17	11	5,5	6	4	11
3.Потребность в соломе, кг/т	120	100	55	70	50	60
4. Земляные работы, м^3/т						
5.Стоимость бурта, траншеи, руб/т	6,6	4,9	3,3	3,1	2,9	4,6

Таблица 3

Наблюдения за состоянием картофеля и овощей

Дата проверки	Масса партии	Способ хранения, высота насыпи, м	Температура, ^{0}С							Продолжи-тельность вентилирования, час
			наружного воздуха	в хранилище		в насыпи			в вентиляци-онном канале	
				у входа	в центре	1	2	3		

В период хранения систематически ведут наблюдение за температурой и относительной влажностью воздуха. Результаты наблюдений записывают в

журнал для учета условий хранения в хранилище (бурте) по специальной форме (таблица 3)

Нормы естественной убыли сочной растительной продукции при длительном хранении в нашей стране установлены зональные (см таблицу в приложении). Абсолютный отход и технический брак определяют путем разбора и взвешивания отобранных из хранимой продукции проб. Отход за счет прорастания определяют также путем взвешивания обломленных ростков. Данные записать в таблицу 4.

Таблица 4

Потери сочной продукции при хранении

Культура, сорт	Срок хранения	Потери, %				Всего потерь, %
		естественная убыль	технический отход	абсолютная гниль	ростки	

_____
_____
_____
_____

Задание 1. Рассчитайте, сколько потребуется буртов для хранения т_____в конкретных почвенно-климатических условиях_____

Результаты расчетов запишите в таблицу 5.

Таблица 5

Расчет необходимого количества буртов

Наименование продукции	Планируется заложить на хранение, т	Масса 1м^3, т	Емкость бурта, м^3	Требуется всего буртов, шт.	Объем земляных работ, м^3

1._____2._____
_____3._____
_____4._____
_____5._____
_____6._____
_

Контрольные вопросы:

1. Отличительные особенности картофеля и овощей, как объектов хранения.
2. Требования, предъявляемые к участку земли для закладки буртов и траншей.
3. Изменение норм естественной убыли в зависимости от вида продукции.
4. Отличительные особенности хранения сочной растительной продукции.

5. Характеристика способов и режимов хранения картофеля и овощей.

Работа 2.4. Составление плана размещения плодоовощной продукции в стационарных хранилищах

Цель работы. Ознакомиться с устройством стационарных хранилищ и освоить методику составления планов размещения продукции в хранилищах.

Общие положения

Устройство стационарных хранилищ изучают по типовым проектам, учебникам, плакатам, макетам. При этом обращают внимание на устройство тамбуров, закромов, вентиляционной системы.

По емкости типовые хранилища делят на малые, средние и крупные, по назначению – на картофеле-, корнеплодо-, капусто-, луко-, плодохранилища, по степени заглубления – на заглубленные, полузаглубленные и наземные.

Перед закладкой плодов и овощей на хранение составляют план их размещения в хранилище, учитывая при этом наиболее рациональное использование площади, организацию работ по загрузке и выгрузке, обеспечение оптимального режима хранения и контроль за состоянием продукции.

Существует несколько способов размещения плодов и овощей в стационарных хранилищах: раздельно - штучный, в штабелях, в таре, навалом, в закромах. Раздельно-штучное размещение применяют очень редко, так как данный способ требует много ручного труда, а вместимость хранилища используется на 13...15%. Так иногда хранят кочаны слаболежких сортов или особо ценные селекционные экземпляры маточников капусты. Делают стеллажи из жердей или брусков, между которыми провешивают корни маточников.

Хранение в штабелях применяют более широко. Размер штабеля в хранилищах с естественным вентилированием небольшой: длина – 2...3 м, ширина – 1...1,5, высота – до 1 м. В результате дыхания продукции температура в штабелях на 0,6...1,2°С выше, чем в проходах. При этом способе вместимость хранилищ используют не более чем на 20%. При активном вентилировании штабель закладывают больших размеров. Например, капусту зимних сортов с невысокой лежкоспособностью хранят в штабелях, уложенных перпендикулярно проходу (длина – 6…12 м, ширина – 4...8, высота – 1,5...2 м). Между штабелями оставляют проходы 1 м для осмотра продукции. Вместимость хранилищ используется в этом случае на 30...35%.

Капусту и корнеплоды лежкоспособных сортов в хранилищах с активным вентилированием хранят навалом. Слой продукции высотой до 2...3,5 м занимает всю полезную площадь хранилища. Вместимость хранилища используется в этом случае в наибольшей степени – до 50%.

Для расчета размещения продукции в штабелях определяют объем штабелей и их число в хранилище. Затем, пользуясь данными объемной массы, устанавливают вместимость хранилища в тоннах. Если продукцию укладывают

на трехгранные вентиляционные каналы, то учитывают и объем, который они занимают.

Объем штабеля $О_ш$ ($м^3$) или закрома $О_ш$ ($м^3$) определяют по следующим формулам:

$$\mathbf{О_ш = (Ш_1+Ш_2):2 \times В х Д;}$$

$$\mathbf{Оз = Ш х В х Д,}$$

где Ш – ширина закрома, м;

$Ш_1$, $Ш_2$ – ширина штабеля внизу и вверху, м;

В – высота укладки продукции, м;

Д – длина штабеля или закрома, м.

Число штабелей и проходов зависит от конструктивных особенностей холодильников и хранилищ. Вместимость хранилища или камеры холодильника определяют по числу контейнеров или ящиков в штабеле.

Задание.

1. Изучить устройство и разнообразие стационарных хранилищ. В рабочей тетради начертить схемы вентиляции (естественной, принудительной и активной).

2. Рассчитать, сколько маточников можно разместить в хранилище, если для их размещения выделено 35 м полезной длины хранилища. Длина штабеля – 6м, ширина внизу – 4 м, вверху – 3 м, высота – 2 м. Штабеля расположены перпендикулярно к проезду с двух сторон хранилища. Проходы между ними – 1 м. Каждый штабель уложен на два трехгранных канала сечением 450 ×450 мм и длиной 5 м. Средняя масса маточника – 2,5 кг.

3. Определить, сколько моркови и свеклы можно заложить на хранение, если для свеклы выделено 12, а для моркови – 8 закромов. Высота насыпи моркови – 2 м, свеклы – 3 м. Объемная масса моркови – 0,5, свеклы – 0,6 $т/м^3$.

4. Определить, какое количество плодов можно загрузить в камеру холодильника, если планируется разместить яблоки в контейнерах по 0,2 т. Контейнеры устанавливают в штабель длиной 8 м, шириной 6 м, высотой 6 контейнеров. В одной камере размещают четыре штабеля.

Материалы и оборудование: практикум, учебник, типовые проекты хранилищ, плакаты, макеты.

Работа 2.5. Количественно- качественный учет плодоовощной продукции и картофеля при хранении

Цель: изучить порядок расчета естественной убыли картофеля, плодов и овощей при длительном хранении

Задание: на основании документа о количестве остатков по месяцам и числам установить естественную убыль за весь период хранения

Общие положения

Нормы естественной убыли картофеля, овощей и плодов распространяются на склады, базы, бурты и траншеи государственных и частных торгующих и заготовительных организаций.

Нормы естественной убыли дифференцированы по типам складов. К складам без искусственного охлаждения отнесены специализированные картофелехранилища, овощехранилища и фруктохранилища с естественной, активной и принудительной вентиляцией, а также приспособленные помещения, к складам с охлаждением отнесены хранилища и склады, оснащенные искусственным холодом.

Утвержденные нормы естественной убыли принимают при длительности (свыше 20 суток) хранения картофеля, плодов и овощей.

Нормы установлены на стандартные картофель, плоды и овощи, при хранении их в таре и без тары.

Под естественной убылью свежих плодов и овощей следует понимать уменьшение их массы в процессе хранения вследствие испарения влаги и хранения. В нормы естественной убыли клюквы и брусники входят также потери от сушки и вытекания сока. В нормы естественной убыли не входят потери, образующиеся вследствие повреждения тары, а также брак и отходы, получаемые в процессе хранения и товарной обработки картофеля, плодов и овощей.

Нормы естественной убыли не применяют:

к товарам, которые учтены в общем обороте склада, но фактически на складе не хранились (транзитные операции).

к товарам, списанным по актам вследствие порчи.

Установленные нормы являются предельными. Их применяют только в том случае, когда при проверке фактического наличия товаров окажется недостача против учтенных данных. Естественную убыль товаров списывают с материально ответственных лиц по фактическим размерам, но не выше установленных норм.

Списание естественной убыли товаров можно производить только после инвентаризации товаров на основе соответствующего расчета, составленного и утвержденного в установленном порядке.

Расчет естественной убыли при хранении плодов, овощей и картофеля

Исчисление естественной убыли свежих картофеля, овощей и плодов при хранении производят к среднему остатку за каждый месяц хранения.

Исчисление среднемесячного остатка производят по данным на 1-е, 11-е, 21-е и 1 число последующего месяца.

При этом берется $^1/_2$ остатка на 1-е число последующего месяца, остаток на 11-е, остаток на 21-е число того же месяца и $^1/_2$ остатка на 1-е число последующего месяца, и сумма их делится на 3. Естественная убыль исчисляется в процентах к этому среднему остатку. Окончательный размер естественной убыли по каждому виду товаров, определяется как сумма ежемесячных начислений убыли за инвентаризационный период.

ПРИМЕР 1. Недостача составила 300 центнеров за 6 месяцев. Естественная убыль за этот период хранения – 200ц. Списываем 200, а 100ц. составляют неоправданные потери.

ПРИМЕР 2. Недостача составила 320 центнеров за год. Естественная убыль за этот период хранения 380ц. Списываем 320ц. по факту, так как нормы естественной убыли предельны.

ПРИМЕР 3. На складе без искусственного охлаждения холодной зоны остатки картофеля в сентябре были на одиннадцатое число 50т. на 21 сентября 150т. на 1 октября 200 тонн.

Рассчитываем средний остаток:

СО = $^1/_2$ на 1-е ч. + ост. на 11 число + ост. на 21 число +
+ $^1/_2$ остатка на 1 число след, месяца

$$\text{С.О.} = \frac{0 + 50 + \frac{200}{2}}{3} = \frac{300}{3} = 100\text{т.}$$

Средний остаток за сентябрь равен 100 т .

При норме 1,3% за сентябрь естественной убыль должно быть начислено

$$\frac{100 \circ 1{,}3}{100} = 1{,}3 \text{ тонны}$$

ПРИМЕР 4. Остатки картофеля в октябре были на 1-е число 200т., на 11-е число – 200т., на 21-е число 250 тонн, на 1-е ноября 300 тонн.

$$\text{С.О.} = \frac{\frac{200}{2} + 200 + 250 + \frac{300}{2}}{3} = \frac{700}{3} = 233{,}3\text{т}$$

Средний остаток на октябрь равен 233,3 тонны

При норме 0,9% за октябрь естественной убыли должно быть начислено

$$233{,}3 \circ 0{,}9 = 2{,}09 \text{ тонны}$$

100

Естественная убыль за октябрь составила 2,09т.

Естественная убыль за весь период хранения начисляется, как сумма естественной убыли по месяцам.

Контрольные вопросы:

1. В чем заключается сущность учета овощей, плодов и картофеля при хранении?
2. Какие факторы влияют на естественную убыль продукции при хранении?
3. Как определяют абсолютный отход и технический брак?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Технология хранения, переработки и стандартизация растениеводческой продукции: учебник / В.И.Манжесов и др. под общ.ред. В.И.Манжесова. - СПб: Троцкий мост, 2010. – 704с.

2. Технология хлебопекарного производства / Л.П.Пащенко, И.М. Жаркова. – СПб.: Лань, 2014. – 672с. Электронный ресурс: http: e.lanbook.com.

3. Технология переработки продукции растениеводства: учебник / под ред. Н.М.Личко. - М.: КолосС, 2008. - 616с.

4. ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции (Уровень Бакалавриата). Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 ноября 2015 г. N 1330

а) основная литература

1.Манжесов В.И., Попов И.А., Щедрин Д.С. Технология хранения, переработки и стандартизации растениеводческой продукции –СПб.: Троицкий мост, 2010. – 704с.

2. Личко Н.М. Технология переработки продукции растениеводства – М.: КолосС, 2009. – 616с.

3. Хекилаев Ц.А., Гогаев О.К.. Цугкиева и др. Учебное пособие по выполнению лабораторно-практических занятий по технологии хранения растениеводческой продукции. – Владикавказ: Горский госагроуниверситет, 2009. – 143с.

4. Цугкиева, В.Б. Учебное пособие «Виды и методы контроля знаний студентов при изучении дисциплины технология переработки продукции растениеводства» /В.Б. Цугкиева, Л.А. Кияшкина, Л.Х. Тохтиева. – Владикавказ: ООО НПКП «МАВР», 2014. – 88с.

б) дополнительная литература

5.Манжесов В.И., Попов И.А., Щедрин Д.С. Технология хранения растениеводческой продукции –М.: КолосС, 2005.

6. Широков Е.П. Технология хранения и переработки плодов и овощей с основами стандартизации – М.: Колос, 1988

7. Широков Е.П., Полегаев В.И. Хранение и переработка продукции растениеводства с основами стандартизации и сертификации – М.: Колос, 2000

8. Тохтиева Л.Х., Цугкиева В.Б., Хекилаев Ц.А. Методические указания по проведению деловой игры и разрешению производственных ситуаций на плодоовощных базах и картофелехранилищах. - Владикавказ: Горский госагроуниверситет, 2008. – 34с.

9. Цугкиева В.Б., Тохтиева Л.Х., Кияшкина Л.А. Методические указания по курсу хранения и переработки плодов и овощей. - Владикавказ: Горский госагроуниверситет, 2009. – 72с.

Глоссарий

Базисная норма качества - норма показателя качества продукта, в соответствии с которой производится расчет при его продаже.

Битое зерно - части зерна, образовавшиеся в результате механического воздействия.

Влажность зерна - физико-химически и механически связанная вода, удаляемая в стандартных условиях определения.

Вредная примесь - примесь растительного происхождения, опасная для здоровья человека или животных.

Головневое зерно - зерно, у которого запачкана бородка или часть поверхности спорами головни.

Головнёвый запах зерна - запах, напоминающий селёдочный, появляющийся в результате загрязнения зерна спорами или мешочками головни.

Государственная система стандартизации России - комплекс межгосударственных и государственных стандартов, устанавливающих основные правила и положения проведения работ по стандартизации в стране.

Долговечность семян - свойство семян сохранять способность к прорастанию.

Заготовляемое зерно - зерно, закупаемое государством через государственную заготовительную систему.

Заражённость зерна вредителями - наличие в межзерновом пространстве или внутри отдельных зёрен (или других объектах) живых вредителей - насекомых или клещей в любой стадии их развития.

Затхлый запах - запах, появляющийся при распаде тканей зерна или других растительных объектов под влиянием интенсивного развития микроорганизмов.

Зерно - плоды злаковых культур, используемые для пищевых, кормовых и технических целей.

Зерновая примесь - примесь неполноценных зёрен основной культуры, а также зёрен других культурных растений, допускаемая при приемке зерна.

Испорченная продукция - продукция с явно отклоняющимися от стандартных показателями качества.

Качество - это совокупность свойств и характеристик продукции, обусловливающих ее пригодность для удовлетворения определенных потребностей в соответствии с назначением (ГОСТ 15467-79).

Качество клейковины зерна - совокупность физических свойств клейковины: растяжимость, упругость, эластичность.

Класс зерна - комплексный показатель качества зерна, характеризующий его пищевые и технологические свойства.

Клейковина - комплекс белковых веществ зерна, способных при набухании в воде образовывать связную эластичную массу.

Критическая влажность – влажность, при которой в зерне резко возрастает интенсивность дыхания.

Метод испытания - установленные технические правила проведения испытаний.

Минеральная примесь - примесь минерального происхождения: камни, комочки земли, песок.

Натуральная масса – масса зерна в определенном объеме (литр или кубический метр).

Нормативный документ - документ, устанавливающий правила, руководящие принципы или характеристики различных видов деятельности или их результатов.

Обеспечение качества - совокупность планируемых и систематических осуществляемых процессов, процедур, операций и отдельных мероприятий, необходимых для подтверждения того, что продукция удовлетворяет определенным требованиям к качеству.

Объединённая проба - проба, состоящая из совокупности точечных проб.

Обрушенное зерно - зерно с полностью или частично удалёнными оболочками при механических обработках.

Ограничительные кондиции – низшая норма качества сельскохозяйственного продукта (зерна), допустимая при продаже государству.

Органическая примесь - примесь растительного или животного происхождения: части стеблей, остатки листьев, экскременты животных и др.

Партия – любое количество зерна, однородное по качеству, предназначенное к одновременной отгрузке или одновременному хранению, оформленное одним документом о качестве.

Плесневый запах - запах, появляющийся в результате развития на продукции плесневых грибов.

Показатель качества - характеристика одного или нескольких свойств продукции, составляющих ее качество, рассматриваемая применительно к определенным условиям ее создания и эксплуатации. Показатели качества могут быть единичными и комплексными.

Посторонний запах - запах, появляющийся в результате сорбции продукцией пахучих веществ (нефтепродуктов, фумигантов, дыма, некоторых растений: полыни, дикого чеснока и др.).

Равновесная влажность – влажность зерна, соответствующая такому состоянию, когда парциальное давление водяного пара в воздухе и над зерном равны, вследствие чего прекращается влагообмен между зерном и воздухом.

Свойство - объективная способность продукции, которая может проявляться при ее создании, эксплуатации и потреблении.

Сертификат соответствия - документ, изданный в соответствии с правилами системы сертификации. Подтверждает полное соответствие продукции, процесса или услуги конкретному стандарту или другому нормативному документу.

Сертификация - деятельность по подтверждению соответствия продукции установленным требованиям.

Сертификация продукции - процесс, в результате которого государство совместно с производителем обеспечивает потребителю защиту его прав на приобретение продукции с декларированными в ГОСТах и нормативно-технической документации показателями качества и на объективную информацию об этой продукции.

Сильная пшеница - зерно пшеницы отдельного сорта или смеси сортов, характеризующееся генетически обусловленными очень высокими хлебопекарными свойствами и потенциальной способностью быть улучшителем слабой в хлебопекарном отношении пшеницы.

Система сертификации - совокупность правил выполнения работ по сертификации, ее участников и правил функционирования системы сертификации в целом.

Солодовый запах - запах, появляющийся при прорастании зерна.

Сорт - градация продукции определенного вида по одному или нескольким показателям качества, закрепленная в нормативной документации.

Сохраняемость - свойство продукции сохранять специфические показатели качества в определенных условиях хранения и транспортировки.

Средняя проба - часть объединённой пробы, выделенная для определения качества продукта.

Стандарт - нормативно-технический документ по стандартизации, устанавливающий комплекс правил, норм, требований к объекту стандартизации и утвержденный компетентным органом.

Стандартизация - установление и применение правил (стандартов) с целью упорядочения деятельности в определенных отраслях на пользу и при участии всех заинтересованных сторон.

Стекловидное зерно - зерно плотной структуры, с гладкой и блестящей поверхностью разреза эндосперма, просвечиваемое на специальном устройстве.

Технические условия - нормативно-технический документ, устанавливающий комплекс технических требований к продукции, правила приемки и поставки, методы контроля, условия эксплуатации, транспортирования и хранения.

Тип зерна - классификационная характеристика зерна по устойчивым природным признакам, связанная с его технологическими, пищевыми и товарными достоинствами.

Точечная проба - проба, отобранная от партии продукции за один приём из одного места.

Трудноотделимая примесь - примесь, которая по своим физическим признакам близка к основной культуре и которую трудно отделить при очистке.

Щуплое зерно - зерно невыполненное, сморщенное, легковесное, деформированное вследствие неблагоприятных условий развития и созревания.

Физические признаки объектов растениеводства - форма, размер, плотность, аэродинамические характеристики.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Относительная влажность воздуха над растворами серной кислоты

Плотность H_2SO_4 при 20°С	Содержание H_2SO_4 в водном растворе (в %)	Относительная влажность воздуха над раствором. H_2SO_4 (в %)	Давление пара при 20°С (в мм)
1,000	-	100,0	17,39
1,050	7,37	97,5	17,00
1,080	11,60	95,6	16,60
1,140	19,61	89,9	15,60
1,180	24,76	84,0	14,60
1,200	27,32	80,5	14,00
1,230	31,11	74,6	13,00
1,250	33,43	70,4	12,20
1,270	35,71	65,5	11,40
1,290	38,03	60,7	10,60
1,344	44,00	49,3	8,50
1,361	46,00	45,0	7,70
1,398	50,00	38,0	6,50
1,438	54,00	29,5	5,00
1,459	56,00	25,0	4,30
1,503	60,00	18,5	3,00
1,524	62,00	15,5	2,60
1,569	66,00	10,5	1,80
1,639	72,00	6,0	1,00
1,754	82,00	1,5	0,20

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Коэффициенты перевода количества просушенного зерна в плановые тонны (для всех конструкций сушилок)

Влажность зерна (в%)		Переводной коэффициент	Влажность зерна (в%)		Переводной коэффициент
до сушки	после сушки		до сушки	после сушки	
16	13	0,74	25	15	1,43
16	14	0,54	25	16	1,28
17	13	0,87	25	17	1,13
17	14	0,67	25	18	1,00
18	13	1,00	25	19	0,89
18	14	0,80	26	16	1,39
18	15	0,62	26	17	1,27
19	13	1,08	26	18	1,13
19	14	0,92	26	19	0,99
19	15	0,74	26	20	0,88
20	13	1,15	27	17	1,39
20	14	1,00	27	18	1,24
20	15	0,87	27	19	1,12
21	13	1,24	27	20	0,99
21	14	1,10	27	21	0,87
21	15	0,97	28	18	1,37
22	13	1,34	28	19	1,24
22	14	1,20	28	20	1,12
22	15	1,08	28	21	0,97
22	16	0,96	28	22	0,86
23	13	1,49	29	19	1,37
23	14	1,31	29	20	1,24
23	15	1,17	29	21	1,10
23	16	1,05	29	22	0,97
23	17	0,93	29	23	0,85
24	14	1,46	30	20	1,37
24	15	1,29	30	21	1,22
24	16	1,15	30	22	1,10
24	17	1,01	30	23	0,97
24	18	0,91	30	24	0,85

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Нормы естественной убыли массы плодов при перевозках автомобильным транспортом, % к массе нетто

При перевозках в автомобилях бортовых или с изотермическими кузовами			При перевозках в авторефрижераторах		
плодов косточковых культур		семечковых плодов	косточковых плодов	летних сортов	осенних и зимних сортов
До 10км	0,1	0,1	-	-	-
10…25	0,2	0,1	-	-	-
25…50	0,4	0,2	-	-	-
51…75	0,6	0,3	-	-	-
76…100	0,8	0,3	-	-	-
101…125	1,0	0,5	-	-	-
126…150	1,1	0,7	-	-	-
151…175	1,2	0,3	1,2	0,6	0,6
176…200	1,3	0,9	1,2	0,6	0,6
201…225	1,4	1,0	1,3	0,7	0,7
226…250	1,5	1,1	1,3	0,7	0,7
251…275	1,6	1,2	1,7	0,7	0,7
276…300	1,7	1,3	1,4	0,8	0,7
301…350	1,8	1,5	1,5	0,9	0,8
351…400	1,9	1,7	1,5	0,9	0,8
401…450	2,0	0,8	1,6	0,9	0,9
451…500	2,1	0,9	1,6	1,0	0,9
541…500	2,1	0,9	1,6	1,0	0,9
501…550	2,2	2,0	1,7	1,0	1,0
551…600	2,3	2,1	1,7	1,0	1,0
601…700	2,6	2,3	1,8	1,3	1,1
701…800	2,9	52,5	1,9	1,5	1,2
801…900	3,2	2,7	2,0	1,7	1,3
901…1000	3,4	2,9	2,1	1,9	1,4
При перевозке свыше 100 км норма увеличивается на каждые последующие 100 км					

Примечания. 1. При перевозках плодов на расстоянии свыше 1000 км в исключительных случаях с разрешения руководителя вышестоящей торговой организации нормы естественной убыли массы могут быть повышены по отдельным рейсам до 25% на основании рассмотрения соответствующего акта, составленного в установленном порядке.

2. При перевозках в районах II зоны в автомобилях бортовых или с изотермическими кузовами яблок и груш естественной убыли массы увеличивается

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Нормы естественной убыли свежих картофеля, овощей и плодов при длительном хранении на базах и складах разного типа

Вид продукции	Способ хранения	Нормы убыли, %											
		Месяцы											
		IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Картофель	Склады с искусственным охлаждением	1,6	1,0	0,9	0,9	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,2	-
	Склады без искусственного охлаждения	1,8	1,6	0,9	0,9	0,7	0,7	0,8	1,0	1,4	2,2	-	-
	Бурты, траншеи	-	1,0	1,0	0,5	10,4	0,4	0,7	1,0	1,5	-	-	-
Свекла, редька, брюква, хрен, кольраби, пастернак	Склады с искусственным охлаждением	1,6	1,1	1,0	0,7	0,6	0,7	1,0	1,1	1,1	1,2	-	-
	Склады без искусственного охлаждения	2,0	1,3	1,0	0,7	0,6	0,7	1,2	1,8	1,9	2,0	-	-
	Бурты, траншеи	-	1,5	1,3	0,7	0,5	0,6	0,7	2,3	2,5	-	-	-
Морковь петрушка	Склады с искусственным охлаждением	2,3	1,8	1,3	0,8	0,7	1,3	1,4	1,6	1,8	1,9	-	-
	Склады без искусственного охлаждения	2,5	2,2	1,3	0,8	0,7	1,3	1,6	2,3	2,5	-	-	-
Капуста белокачанная, савойская, краснокачанная, брюссельская													
Среднеспелые сорта	Склады без	-	4,0	3,8	2,3	-	-	-	-	-	-	-	-

Позднеспелые сорта	искусственного охлаждения, бурты и траншеи												
	Склады с искусственным охлаждением	-	3,5	2,3	1,8	1,3	1,3	2,0	-	-	-	-	-
Лук репчатый продовольственный	Склады без искусственного охлаждения	-	3,8	3,5	2,0	1,4	1,4	2,1	-	-	-	-	1,8
	Склады с искусственным охлаждением	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	1,0	1,3	1,6	1,6	1,8	3,0
Чеснок	Склады без искусственного охлаждения	2,0	1,5	1,3	0,7	0,6	0,7	1,1	1,6	2,0	-	-	2,0
	Склады с искусственным охлаждением	1,9	1,7	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,7	1,7	1,7	- -
Тыква	Склады без	3,2	2,1	1,5	1,1	1,1	1,1	2,0	2,5	-	-	-	
Яблоки осенние сорта	искусственного охлаждения	1,5	1,2	0,7	0,5	0,3	-	-	-	-	-	-	-
	То же												- -
Зимние	Склады с	1,2	0,8	0,6	0,5	0,5	0,4	-	-	-	-	-	-
Груши	искусственным	1,00	0,4	0,3	0,3	0,25	0,25	0,3	0,3	0,5	0,5	-	
Виноград	охлаждением	1,0	0,8	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	-	-	-
Клюква	То же	0,8	0,7	0,7	0,6	0,4	0,4	0,4	-	-	-	- -	
	« «												
	« «												
	Склады без искусст. охлаждения	-	-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,7	-	-		

Плотность и концентрация водных растворов этилового спирта при 20°

Плотность	Содержание C_2H_5OH		Плотность	Содержание C_2H_5OH	
	Объемный %	Весовой %		Объемный %	Весовой %
0,9982	0	0	0,9302	50	42,4
0,9967	1	0,82	0,9282	51	43,4
0,9953	2	1,58	0,9262	52	44,3
0,9938	3	2,41	0,9241	53	45,3
0,9924	4	3,20	0,9221	54	46,2
0,9910	5	4,02	0,9220	55	47,2
0,9897	6	4,81	0,9179	56	48,1
0,9884	7	5,62	0,9157	57	49,1
0,9872	8	6,39	0,9136	58	50,1
0,9859	9	7,25	0,9114	59	51,1
0,9847	10	8,05	0,9092	60	52,1
0,9835	11	8,87	0,9069	61	53,1
0,9824	12	9,63	0,9046	62	54,1
0,9812	13	10,5	0,9023	63	55,1
0,9801	14	11,3	0,9000	64	56,1
0,9790	15	12,1	0,8976	65	57,2
0,9779	16	12,9	0,8952	66	58,2
0,9768	17	13,7	0,8929	67	59,2
0,9757	18	14,6	0,8940	68	60,3
0,9746	19	15,4	0,8880	69	61,3
0,9736	20	16,2	0,8855	70	62,4
0,9725	21	17,1	0,8830	71	63,5
0,9714	22	17,9	0,8805	72	64,5
0,9703	23	18,7	0,8779	73	65,6
0,9692	24	19,6	0,8754	74	66,7
0,9681	25	20,4	0,8729	75	67,8
0,9670	26	21,2	0,8701	76	69,0
0,9658	27	22,1	0,8675	77	70,0
0,9647	28	22,9	0,8648	78	71,2
0,9635	29	23,7	0,8621	79	72,3
0,9622	30	24,6	0,8593	80	73,5
0,9610	31	25,5	0,8565	81	74,6
0,9597	32	26,3	0,8537	82	75,8
0,9584	33	27,2	0,8508	83	77,0
0,9570	34	28,1	0,8479	84	78,2
0,9556	35	28,9	0,8449	85	79,4
0,9542	36	29,8	0,8419	86	80,6
0,9527	37	30,7	0,8388	87	81,9
0,9512	38	31,5	0,8357	88	83,1
0,9496	39	32,4	0,8325	89	84,4
0,9480	40	33,3	0,8293	90	85,6
0,9464	41	34,2	0,8259	91	87,0
0,9447	42	35,1	0,8225	92	88,3
0,9431	43	36,0	0,8189	93	89,6
0,9413	44	36,9	0,8153	94	91,0
0,9395	45	37,8	0,8114	95	92,4
0,9377	46	38,7	0,8075	96	93,8
0,9359	47	39,6	0,8033	97	95,3
0,9340	48	40,1	0,7989	98	96,8
0,9321	49	41,5	0,7943	99	98,4
			0,7893	100	100,0

Тохтиева Л.Х.

ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Методические рекомендации к лабораторным занятиям для обучающихся по специальности 35.02.05 Агрономия

Лицензия: ЛР. № 020574 от 6 мая 1998 г.

Электронная версия 2023 г.

Бумага формат А4 (210х297 мм), масса 80 г/м2. Усл. печ. л. 21,25.

362040, Владикавказ, ул. Кирова, 37.
Типография ФГБОУ ВО Горский ГАУ