

Л. А. ТРИСВЯТСКИЙ

Б. В. ЛЕСИК

В. Н. КУРДИНА

Хранение и технология сельско- хозяйственных продуктов

**Допущено
Министерством образования Российской Федерации
в качестве учебника для студентов образовательных
учреждений
среднего профессионального образования**

**СЕДЬМОЕ ИЗДАНИЕ,
ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ**



**Москва
Издательский центр «Академия»
2011**

ББК 41.47
Т68
УДК 631.563(075.8)

Редактор И. Н. Леоненко

Рецензент доктор сельскохозяйственных наук, профессор С. Ф. Тихвинский

Т68 **Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов/ Л.А. Трисвятский, Б.В. Лесик, В.Н. Курдина. - 7 изд., перераб. и доп. - М.: ИЦ «Академия», 2011. - 415 с.: ил. - (Учебники и учеб. пособия для студентов средних специальных учебных заведений).**

ISBN 5-10-001955-7

Изложены основы хранения и переработки зерна и семян, картофеля, овощей и плодов, сахарной свеклы, волокнистых культур, хмеля, табака и махорки. Даны принципы стандартизации продукции растениеводства, технологические схемы ее послеуборочной обработки.

Для студентов вузов, обучающихся по агрономическим специальностям.

Т 3707020000—343 285—91
035(01)—91

ББК 41.47

ISBN 5-10-001955-7

ИЦ «Академия», 2011

Сохранение и рациональное использование всего выращенного урожая, получение максимума изделий из сырья — одна из основных государственных задач. В связи с сезонностью сельскохозяйственного производства возникает необходимость хранения сельскохозяйственных продуктов для их использования на различные нужды в течение года и более. Развитие науки о хранении сельскохозяйственных продуктов и широкое внедрение механизации позволили ввести в практику усовершенствованные новые технологические приемы, обеспечивающие сокращение потерь продуктов и снижение издержек при хранении. Каждый специалист сельского хозяйства должен хорошо ориентироваться в вопросах качества продукции растениеводства и путях его повышения, знать природу потерь этих продуктов и организацию их хранения, а также рациональные способы обработки и переработки сельскохозяйственного сырья.

В учебник включены новые материалы по вопросам курса (с учетом того, что издано специальное учебное пособие «Основы стандартизации продукции растениеводства»). Наличие практикумов по хранению и технологии сельскохозяйственных продуктов позволило исключить подробное описание методов оценки качества сельскохозяйственных продуктов, некоторых технико-экономических и технических расчетов, инструктивных материалов. При изучении отдельных разделов курса студент обязан пользоваться государственными стандартами и разработанными рекомендациями.

Поскольку данный предмет изучается на четвертом-пятом курсах агрономических специальностей, изложение материала основано на ранее пройденных дисциплинах учебного плана: растениеводстве, физиологии и биохимии растений, агрохимии, земледелии, микробиологии, фитопатологии, энтомологии, овощеводстве, плодоводстве, метеорологии, сельскохозяйственных машинах и др. В учебник не включены нормирование и оценка качества семян, так как эти вопросы изучаются в других дисциплинах учебного курса.

Раздел I

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ КУРСА

Глава 1

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСА

§ 1. Повышение качества продукции растениеводства

Сельское хозяйство производит основные пищевые продукты, а также сырье для пищевой и некоторых отраслей легкой промышленности, выпускающей товары народного потребления. От количества и качества этих продуктов, разнообразия их ассортимента во многом зависят здоровье, работоспособность и настроение человека. Поэтому создание в стране изобилия сельскохозяйственных продуктов высокого качества — одно из условий развития общества.

Наряду с увеличением производства сельскохозяйственных продуктов поставлен вопрос о повышении их качества и соответствующих экономических стимулах при продаже государству высококачественной продукции. Повышение пищевой ценности продуктов рассматривается как один из путей сокращения дефицита продовольствия в мире.

При переработке доброкачественного сырья увеличивается выход продуктов или изделий хорошего качества, появляется возможность расширять ассортимент товаров. Продажа государству высококачественных продуктов растениеводства и животноводства позволяет хозяйствам получать дополнительные доходы. Однако руководители хозяйств и специалисты не всегда используют возможности для роста доходов на основе повышения качества продукции. Более того, еще наблюдаются случаи, когда из-за неумелого обращения с продуктом во время уборки урожая и в послеуборочный период снижается его качество. Последнее нередко ограничивает возможность использования партии такого продукта на те или иные цели и приводит к понижению фактической закупочной цены.

Производителям сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов следует знать основные понятия, характеризующие ценность и значимость этих продуктов в питании человека. Так, пищевая ценность продукта характеризует содержание в нем основных веществ, необходимых человеку в питании (белков, углеводов, жиров, витаминов, минеральных веществ и т. д.), а также вкусовые достоинства продукта и его энергети-

1. Теплота сгорания и энергетическая ценность (кДж/г) основных пищевых веществ

Вещества	Теплота сгорания	Энергетическая ценность при окислении в организме
Белки	24	16,7
Жиры	40	37,7
Усвояемые углеводы	15	15,7

ческую ценность. Пищевая ценность продукта тем выше, чем в большей степени он удовлетворяет потребностям организма в пищевых веществах, а также чем в большей степени его химический состав соответствует формуле сбалансированного питания.

В связи с особой значимостью белков в питании человека роль того или иного продукта характеризуют его биологической ценностью — содержанием белков и их аминокислотным составом, наличием в них незаменимых аминокислот.

Необходимость обеспечивать организм человека энергией привела к оценке пищи по ее энергетической ценности — способности высвобождать энергию из пищевых веществ в процессе окисления в организме. Данные об энергетической ценности основных пищевых веществ приведены в таблице 1. Их используют при исчислении энергетической ценности пищевых продуктов в соответствии с химическим составом последних.

Наконец, нужно иметь в виду, что продукты растениеводства по разным причинам могут приобретать (как при выращивании, так и при хранении) вредные для организма свойства — быть токсичными (ядовитыми). Отсюда возникли понятие о пищевой безвредности продуктов и необходимость ее выявления.

Полное представление о пищевой ценности продукта можно получить также, зная, какая его часть попадает в пищу. Для представления об этом имеются данные о так называемой съедобной части продукта, то есть той его части, которую можно употреблять в пищу. Например, хлеб печеный, отвечающий требованиям стандарта, несъедобной части не имеет, он съедобен на 100 %. Съедобная часть клубней картофеля, требующих холодной кулинарной обработки (удаления кожуры), соответствует 72 %, капусты белокачанной — 80 %. Несъедобная часть у различных сыров составляет всего от 0,5 до 4 %, у мяса различных частей туши — от 7 до 40 %. Качество любого растительного сырья, производимого в сельском хозяйстве, зависит от многих факторов.

Факторы, влияющие на качество продукции растениеводства

<i>Этапы производства</i>	<i>Факторы</i>
Посевной материал	Вид, сорт, репродукция. Подготовка семян к посеву (очистка от примесей, обеззараживание и др.). Класс семян по ГОСТу
Условия выращивания	Географическое положение (широта, высота над уровнем моря, климат). Почва (состав, обработка). Предшественники в севообороте. Удобрения (виды, сроки внесения, количество). Орошение (виды, сроки и расход воды). Поражение болезнями (бактериозы, микозы, вирусные заболевания). Повреждение насекомыми-вредителями. Метеорологические особенности в период вегетации
Условия уборки урожая	Сроки и способы уборки. Состояние технических средств при уборке. Режимы эксплуатации уборочных машин. Погодные условия
Транспортирование урожая	Виды и состояние транспортных средств. Виды и состояние тары. Длительность транспортирования (расстояние, время). Погодные условия
Первичная обработка	Своевременность обработки. Виды и способы обработки. Режимы работы машин. Погодные условия
Хранение урожая	Подготовка к хранению. Способы хранения и типы хранилищ. Режимы хранения. Организация контроля
Переработка на предприятиях	Рецептура. Применяемая аппаратура. Режим технологического процесса. Применение прогрессивных технологий
На всех этапах	Квалификация кадров и степень освоения ими технологий, техники и экономики производства

Так, пищевая и технологическая ценность зерна и семян различных культур, картофеля, овощей и плодов, сахарной свеклы, хмеля и другой растительной продукции находится в прямой зависимости от сорта, агротехники (в широком смысле этого слова), климатических факторов (включая и особенности погоды данного года), условий, способов и сроков уборки урожая, послеуборочной обработки, транспортирования и хранения. Все это влияет и на технологические свойства непищевого растительного сырья — волокна льна, хлопчатника и др.

Студенты получают сведения о влиянии сортовых признаков и условий выращивания на качество того или иного вида сырья из курсов растениеводства, агрохимии, селекции, земледелия и некоторых других. Влияние послеуборочной обработки и хранения продукции на ее качество достаточно полно рассматривается только в данном курсе, где в комплексе освещены вопросы качества сельскохозяйственных продуктов, принципы государственного нормирования их, а также требования, предъявляемые к сырью различными отраслями промышленности. В результате агроном, агрохимик и экономист получают широкое представ-

ление о потребительной стоимости продукта* и, учитывая ее, могут правильно организовывать производство продуктов в конкретных условиях с наибольшей экономической эффективностью и в интересах народного потребления. В этом состоит первая задача курса.

§ 2. Борьба с потерями при хранении продуктов

Общее представление о хранении продуктов. Изучение основ теории и практики хранения сельскохозяйственных продуктов — вторая задача курса. Для бесперебойного снабжения населения продуктами питания и промышленности сырьем необходимо иметь достаточные запасы каждого вида продукта. Много зерна, картофеля и овощей в течение года нужно животноводству. Значительная часть урожая должна быть сохранена в качестве посевных фондов. Наконец, для нормального развития экономики и жизни населения в случае неурожая, стихийных бедствий и т. д. необходимы резервы. Общее представление о хранении запасов в стране по мере их продвижения к потребителю дает схема (рис. 1).

Лишь небольшая часть сельскохозяйственной продукции непосредственно от производителя поступает к индивидуальному потребителю. Большую часть ее (а некоторые виды сырья полностью) сначала сохраняют, подрабатывают или перерабатывают в различных звеньях народного хозяйства. Сохранение продуктов растениеводства до времени их использования — важнейшее дело. Можно повысить урожайность всех культур и резко увеличить их валовые сборы, но не получить должного эффекта, если на различных этапах продвижения продуктов к потребителю произойдут большие потери массы и качества. При неумелом обращении с продуктами в послеуборочный период потери могут быть велики.

Несмотря на развитие науки и техники, в мировом хозяйстве теряется значительная часть урожая. По данным Международной организации по продовольствию и сельскому хозяйству (ФАО), потери зерна и зернопродуктов при хранении ежегодно составляют 10...15 %, потери картофеля, овощей и плодов — 20...30 %. Потери продуктов при хранении — следствие их физических и физиологических свойств. Только знание природы продукта, происходящих в нем процессов, разработанных режимов хранения позволяет свести потери до минимума и тем

* Потребительные стоимости товаров составляют предмет особой дисциплины — товароведения. Эта наука, изучающая товары сельскохозяйственного и промышленного производства, вошла в число профилирующих дисциплин учебных планов торгово-экономических, технологических и многих других вузов нашей страны.

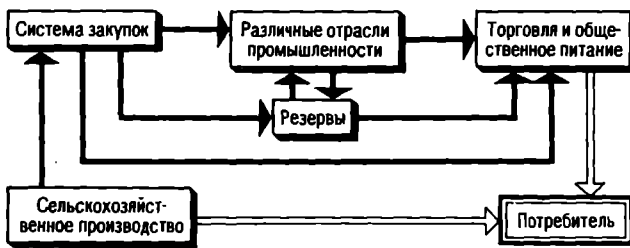


Рис. 1. Схема продвижения продукции к потребителю.

самым способствует реальному росту урожайности. Уменьшение потерь продуктов при хранении рассматривается как один из важнейших путей сокращения дефицита продовольствия.

Различают два вида потерь продуктов при хранении: массы и качества. В большинстве случаев они взаимосвязаны, то есть потери массы сопровождаются потерями качества и наоборот. По природе потери могут быть физическими и биологическими. Для примера приведем схему возможных потерь зерна при хранении, так как она во многом типична и для других продуктов растениеводства.

Возможные виды потерь зерна и семян при хранении

	<i>Биологические</i>			
Потери массы	}	Дыхание	} Потери качества	
		Прорастание зерна		
		Развитие микроорганизмов		
		Развитие насекомых и клещей		
		Самосогревание		
		Уничтожение грызунами		
		Уничтожение птицами		
		<i>Механические (физические)</i>		
		Травмы		
		Распыл		
Просыпи				

Подробный анализ природы потерь различных продуктов при хранении рассмотрен в соответствующих главах книги. Здесь лишь необходимо подчеркнуть общие положения и правильно определить принципиальное отношение к различным видам потерь.

Потери массы. Уменьшение массы продукта при хранении может произойти вследствие физических явлений и биологических процессов. Пример физических потерь — испарение части влаги из продукта в окружающую среду. Однако в различных продуктах это оценивают неодинаково. Так, если небольшую

потерю влаги в картофеле, овощах и плодах без признаков их увядания признают закономерной и учитывают в общей норме потерь, то при хранении зерна и семян снижение их влажности вследствие испарения не считают потерей, а рассматривают как положительное явление. В этом случае массу партии уменьшают соответственно снижению процента влажности.

Другой вид физических потерь — отделение мельчайших частиц покровных тканей продукта в процессе его перемещения, перекладки при хранении. В данном случае трение о поверхности, по которым перемещается продукт, или трение зерна о зерно, клубня о клубень и т. д. приводит к образованию неучтенного распыла. Чем многократнее перемещение массы продукта, тем больше и величина распыла. При неосторожном перемещении хранящихся продуктов возможно даже травмирование их поверхности и отделение макрочастиц, что сопровождается большими потерями массы и отражается на качестве и сохранности продукта при дальнейшем хранении.

Значительными могут быть потери вследствие биологических процессов. Так, при дыхании семян, картофеля, корнеплодов, плодов расходуются сухие вещества. При соблюдении оптимальных режимов хранения потери вследствие дыхания ничтожны, а у семян часто не выходят за пределы отклонений при взвешивании. Еще большие потери бывают при размножении в продукте микроорганизмов и насекомых-вредителей.

Однако правильная организация хранения обычно исключает активную деятельность микрофлоры и насекомых, и поэтому потери под воздействием данных организмов нельзя признать закономерными. Только неправильной организацией хранения можно объяснить потери массы продуктов вследствие механических просыпей (так называемой раструски), уничтожения их грызунами и птицами.

Чем больше отклоняются условия хранения от оптимальных, тем больше и потери массы. При самосогревании зерна потери массы достигают 3...8 %, значительно снижается качество.

При соблюдении правил потери зерновых за год хранения составляют 0,07...0,3 % массы сухого вещества. Картофель, морковь и многие плоды и овощи можно сохранить с потерей 2...4 % массы за сезон (с осени до весны). Таким образом, потери массы растительных продуктов при хранении неизбежны, но при правильном режиме они не превышают установленных норм.

Потери качества. При правильной организации хранения продукта исключается понижение его качества. Последнее воз-

можно лишь при длительном сроке хранения, превышающем пределы долговечности продукта*.

Природа многих растительных объектов такова, что при правильном хранении в начальный период идут процессы дозревания, улучшающие их пищевые или посевные достоинства. Хорошо известно послеуборочное дозревание семян, дозаривание томатов, яблук зимних сортов и т. д.

Качество продуктов при хранении снижается (за исключением превышения предела долговечности) главным образом вследствие нежелательных процессов: возможного прорастания многих из них, действия микроорганизмов или насекомых, порчи и загрязнения грызунами или птицами, в результате повреждений (травмирования).

Сохранение запасов продуктов с минимальными потерями — очень сложное дело. Организацией хранения продуктов на научной основе занимаются специалисты высокой квалификации: товароведы, экономисты, технологи и механики. В сельском хозяйстве ведущая роль принадлежит агрономам, экономистам и зооинженерам. Перед ними и всеми работниками сельскохозяйственного производства поставлены следующие задачи в области хранения:

сохранять продукты и семенные фонды с минимальными потерями массы и без снижения качества;

повышать качество продуктов и семенных фондов в период хранения, применяя соответствующие технологические приемы и режимы;

организовывать хранение продуктов наиболее рентабельно, с наименьшими затратами труда и средств на единицу массы продукта, снижать издержки при хранении.

Последняя задача очень важна, так как при хранении некоторых продуктов (капусты, картофеля и др.) издержки часто превышают себестоимость их производства. Уменьшение этих затрат значительно снижает себестоимость семян, кормов и других продуктов, дает возможность получать большую прибыль при их реализации. Рациональное хранение позволяет хозяйствам, расположенным недалеко от крупных центров, хранить картофель, овощи, плоды длительное время и реализовывать их зимой или весной по более высоким сезонным ценам. Рациональное хранение продуктов возможно только при наличии и пра-

* Под долговечностью понимают период, в течение которого продукт сохраняет свои семенные, технологические или продовольственные свойства. Понятно, что долговечность посевного материала меньше, чем технологическая или продовольственная. Устойчивость некоторых продуктов (овощей, картофеля, плодов) при хранении и связанную с этим возможную продолжительность хранения называют лежкостью.

вильной эксплуатации технической базы: хранилищ, машин и оборудования, используемых для доработки продуктов с целью повышения их устойчивости и качества.

§ 3. Расширение производства товаров высокого качества

Подготовка специалистов и руководителей сельского хозяйства в области технологии сельскохозяйственных продуктов — третья задача курса. В хозяйствах и межхозяйственных предприятиях из своего сырья производят широкий ассортимент продуктов и других товаров как для местного снабжения, так и на продажу за пределами хозяйства, района, области. Выбатывают муку и крупы, солено-квашеную продукцию и маринады, растительные жиры, крахмал и патоку, сушат плоды и овощи. Организовано общественное хлебопечение. Существуют заводы, выпускающие консервы в герметичной таре. Получает распространение замораживание продуктов (особенно ягод, плодов и птицы) в специальных морозильных установках. Некоторые виды растениеводческой продукции (лубяные волокна, шишки хмеля, табачный лист и др.) на местах подвергают первоначальной технологической обработке. Продукция, вырабатываемая в сельском хозяйстве, должна отвечать требованиям государственного нормирования, т. е. быть хорошего качества.

Развивающиеся связи сельскохозяйственного производства с предприятиями, принимающими и перерабатывающими сырье, новые требования к нему в связи с совершенствованием технологии и расширением ассортимента выпускаемой продукции вызывают необходимость ознакомления агрономов, агрохимиков и экономистов с основами переработки сырья на крупных заводах и фабриках. Поэтому в учебнике даны краткие сведения о технологических процессах на элеваторах, мукомольных, крупяных, сахарных и других заводах. Рассматривая физическую, химическую или биологическую основу тех или иных процессов обработки, специалисты сельского хозяйства получают представление о влиянии различных свойств сырья на выход и качество продукции.

Таким образом, курс «Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов» комплексный. Он охватывает большой круг вопросов, изучение которых поможет будущим специалистам повышать качество продуктов растениеводства, эффективно вести борьбу с потерями их при хранении, обработке и переработке. Задачи курса определяют его техноэкономический характер.

§ 4. Из истории развития курса и науки

Данный курс получил самостоятельность раньше многих специальных дисциплин агрономического профиля. Уже при основании Петровской земледельческой и лесной академии (ныне Московская ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева) в числе 15 предметов, планировавшихся к изучению, предусматривался курс «Технология сельскохозяйственная и лесная» с организацией самостоятельной кафедры. В данный период курс технологии сельскохозяйственных продуктов получил распространение в других сельскохозяйственных и технологических высших учебных заведениях. Программа курса по сельскохозяйственной технологии включала разделы: обработка и хранение хлеба (зерна), мукомольное производство, приготовление крахмала, пивоварение и медоварение, маслوبيнное производство (растительных масел), уксусное производство, обработка льна и пеньки, свеклосахарное производство, мясная технология и др. Читали и необязательный курс по приготовлению льняной пряжи и тканей, их белению и отделке, изготовлению бумаги, соды, стекла, свечей, мыловарению и т. д.

До создания специального курса вопросы технологии и оценки качества сельскохозяйственных продуктов находили отражение в руководствах по другим предметам. Так, в книге профессора Н. Щеглова «Хозяйственная ботаника» (1828 г.) дана исчерпывающая по тем временам технологическая характеристика зерна злаковых культур. Издавалось много руководств по устройству и организации технологического процесса на предприятиях по переработке сельскохозяйственного сырья. Для примера сошлемся на книгу Василия Левшина «Полное наставление, на гидростатических правилах основанное, о строении мельниц каждого рода — водяных, также ветром, горячими парами, скотскими и человеческими силами в действие приводимыми» (1811 г.).

Накоплению знаний в области технологии и развитию курса способствовала деятельность в XVIII и XIX вв. Вольного экономического общества, освещавшего в своих трудах проблемы хранения и переработки сельскохозяйственных продуктов, объявлявшего конкурсы («задачи») на изыскание удобных и дешевых способов для сушения и сохранения хлеба, хранения и обработки других видов сельскохозяйственного сырья. Это общество издавало хозяйственные и технические руководства, например обстоятельный труд И. Чернопятова «Руководство к сушке и хранению хлеба», изданный в 1867 г. В нем изложены вопросы теории и практики сушки и хранения зерна, муки и крупы, описаны конструкции хранилищ и даже приведены сметы на их сооруже-

ние. Русская техническая литература того времени была достаточно обширной и отвечающей уровню развития науки и техники. В качестве одной из фундаментальных работ можно привести книгу магистра химии П. Александрова «Опыт сельскохозяйственной технологии», выпущенную в 1853 г.

Бурное развитие химии органических соединений в первой половине XIX в. привело к исследованию и совершенствованию на этой основе технологических процессов во всех отраслях промышленности и сельского хозяйства. Крупнейшие ученые того времени (Ж. Гей-Люссак, Ж. Дюма, Ю. Либих, Ж. Буссенго и др.) работали не только в области теоретической химии. Они изучали соединения углерода и трансформацию их в применении к практической деятельности человека. Вершина работ в данной области — восьмитомный труд Ж. Дюма «Основы химии в применении к искусствам» (1828—1846 гг.). Деятельность ученого в этом направлении очень высоко оценивал Д. И. Менделеев.

Огромное значение в развитии технологии сельскохозяйственных продуктов и совершенствовании отечественных производств имела научная, инженерная и общественная деятельность великого русского ученого Д. И. Менделеева. Исключительно широкая научная эрудиция и понимание задач развития народного хозяйства России позволили Д. И. Менделееву наряду с его фундаментальными работами в области теоретической химии дать новые направления в развитии различных отраслей промышленности. Будучи редактором химико-технического и фабрично-заводского отдела энциклопедии Брокгауза и Эфрона, он обеспечил публикацию в ее многочисленных томах квалифицированных статей по всем отраслям технологии. Д. И. Менделееву принадлежит инициатива перевода на русский язык и редактирование девяти выпусков «Технологии» по Вагнеру (1862—1879 гг.), посвященных в основном переработке сельскохозяйственного сырья.

В краткой исторической справке невозможно охарактеризовать всю обширную деятельность Д. И. Менделеева на поприще технологии. Он хорошо понимал основные задачи каждой отдельной отрасли промышленности. Анализируя научные основы технологии того или иного производства, ученый не только сделал много практических рекомендаций, но и дал ценнейшие прогнозы. Например, он предложил использовать легкие погоны нефти для экстракции жира из семян масличного сырья. Его рекомендации использовали в производстве спирта («спиртокурении»), крахмала, растительных масел, в хлебопечении, виноделии, сыроделии и др.

Д. И. Менделеев всегда подчеркивал и технические достижения в области отдельных производств. Так, отмечая высокое качество муки, вырабатываемой на мельницах, он писал, что

русские крупчатники употребляют несколько способов для получения лучших сортов белой муки, которая у нас выходит едва не лучше, чем где-либо в Европе. Он доказывал необходимость для страны быстреего развития промышленности по переработке растительного сырья, подчеркивая, что для государства экономически выгодно вывозить не сырье, а выработанные из него продукты (муку, крахмал, спирт, льняные ткани и т. д.).

В становлении и развитии курса технологии сельскохозяйственных продуктов большую роль играла деятельность профессора Я. Я. Никитинского, возглавлявшего с 1895 по 1915 г. кафедру хранения и технологии сельскохозяйственных продуктов в Московском сельскохозяйственном институте (ныне ТСХА) и проводившего большую педагогическую работу в других институтах. Он развил и углубил преподавание курса на основе физики, химии и других предметов, организовал научные исследования, обратил внимание на возможность рационального использования отходов при переработке сельскохозяйственных продуктов. Этого крупнейшего ученого по праву считают основателем отечественной школы товароведения пищевых продуктов.

Некоторые вопросы обработки сельскохозяйственных продуктов изучали в других дисциплинах учебного плана. Например, зерносушение было в программе курса «Учение о земледельческих машинах и орудиях», возглавлявшегося профессором В. П. Горячкиным, который в разные годы издал несколько книг по зерносушилкам с описанием технологии сушки.

Развитие курса шло не только в сельскохозяйственных вузах, но и в технологических. В 1888—1889 гг. вышло в свет двухтомное издание «Химическая технология сельскохозяйственных продуктов» профессора Н. Тавилдарова, состоящее из общей части и подробного описания крахмального, свеклосахарного, сахарорафинадного, пивоваренного и винокуренного производства. Еще раньше, в 1876 г., профессором П. А. Афанасьевым была издана книга «Курс мукомольных мельниц», в 1894 г. «Курс по мукомольному производству с атласом» К. Зворыкина, высоко оцененный Я. Я. Никитинским и другими специалистами.

Начало XX в. ознаменовалось выпуском большого количества книг по технологии сельскохозяйственных продуктов. Среди них особое место заняла книга П. А. Козьмина «Мукомольное производство», переиздававшаяся несколько раз. К тому времени относится создание специализированных лабораторий по технологической оценке сырья. Первая лаборатория по исследованию мукомольно-хлебопекарных свойств зерна была организована при опытной станции Московского сельскохозяйственного института.

С переходом на мирную работу по восстановлению народного хозяйства страны (1921—1925 гг.) после гражданской

войны вопросам технологии и хранения сельскохозяйственных продуктов придавали все большее значение, возросла роль курса сельскохозяйственной технологии в высших учебных заведениях. Под руководством Государственного ученого совета Народного Комиссариата просвещения издали пособия для сельскохозяйственной школы и среди них «Учебник сельскохозяйственной технологии. Пять важнейших производств при организации сельского хозяйства» профессора А. В. Вараксина. Почти одновременно вышел двухтомный курс сельскохозяйственной технологии профессора К. И. Дебу, охватывающий самые различные производства, включая добычу и переработку торфа, производство свечей и т. д.

Проблемы повышения качества, хранения и технологии сельскохозяйственных продуктов привлекали внимание крупнейших ученых в области сельскохозяйственной науки. К. А. Тимирязев, определяя основные задачи физиологии растений как науки, отмечал, что цель стремлений сельского хозяина и лесовода — подчинить растительный организм своей власти, направить его деятельность так, чтобы он давал возможно большее количество продуктов лучшего качества. Такого рода высказывания (в том числе в области хранения и технологии) имеются в работах А. Т. Болотова, Д. Н. Прянишникова, Н. И. Вавилова, В. С. Пустовойта, П. П. Лукьяненко и др.

Причины потерь точно указал один из основателей биохимической науки академик А. И. Опарин. Он писал, что так называемые «нормальные» потери материалов, происходящие при хранении, являются, по существу, налогом на наше невежество, на наше незнание внутренних биохимических процессов, происходящих в клетках и тканях зерна, свеклы, картофеля и прочего живого сырья.

Хранение продуктов большими массами потребовало выяснения их свойств как объектов хранения. Изучение природы продуктов на новой биохимической и физической основе позволяло также совершенствовать методы их переработки. В связи с этим для разработки научных основ хранения и технологии сельскохозяйственных продуктов в 30-е и 40-е годы в нашей стране были созданы отраслевые научно-исследовательские институты, изменилась и система подготовки специалистов высшей и средней квалификации. Созданные в институтах профилирующие кафедры наряду с учебным процессом начали вести исследовательскую работу.

Многие исследования в области хранения и технологии сельскохозяйственных продуктов проводились при участии, а иногда и под руководством Академии наук СССР. Так, биохимические процессы, происходящие при хранении различного растительного сырья и в период его обработки (зерна, чая, табака,

овощей, плодов, приготовления печеного хлеба и др.), изучали в Институте биохимии под руководством академиков А. Н. Баха и А. И. Опарина. Широко известны работы члена-корреспондента Академии наук СССР профессора В. Л. Кретовича по биохимическим основам оценки качества и хранения зерна. Огромны заслуги профессора Ф. В. Церевитинова в области товароведения, биохимии и хранения свежих плодов и овощей.

Контрольные вопросы и задания. 1. Какова цель и задачи курса? 2. Дайте определение термина «качество продукции». 3. Что такое пищевая ценность, энергетическая ценность, биологическая ценность и пищевая безвредность продуктов? 4. Перечислите факторы, влияющие на качество продукции растениеводства. 5. Каковы виды и масштабы потерь продукции растениеводства при хранении? Правомерны ли они? 6. В чем состоят задачи в области расширения переработки сельскохозяйственного сырья в местах производства?

Глава 2

НОРМИРОВАНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

§ 1. Задачи нормирования и система стандартизации

Товар — это продукт труда, удовлетворяющий каким-либо потребностям человека и предназначенный для продажи. Полезность товара, его свойства, благодаря которым он может удовлетворять потребности людей, составляют потребительскую стоимость.

Исходя из изложенного, в ГОСТ 15467—79 «Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения» качество продукции определено как совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением. Данное определение обязательно для применения в документации всех видов, учебниках и учебных пособиях, технической и справочной литературе.

Свойства и качество товара различны, так как зависят от условий производства, хранения и др. В результате полезность отдельных партий одного и того же по назначению и названию товара, то есть их потребительная стоимость, колеблется в значительных пределах. В связи с этим возникла необходимость разносторонней оценки качества партии товара, выявления ее полноценности. В зависимости от степени доброкачественности и полноценности сельскохозяйственные продукты, как и все товары, бывают:

полноценными по качеству (полностью отвечают запросам потребителя);

неполноценными, но пригодными для использования (питания, технических целей и др.); повышения ценности таких продуктов и возможности их лучшего использования достигают определенными технологическими приемами, устраняющими те или иные недостатки качества;

непригодными для использования (для питания или технических целей) в результате полной потери потребительской стоимости.

Если подробнее рассматривать свойства продуктов каждой из указанных групп, и особенно двух первых, то нетрудно представить, что в пределах любой из них, в свою очередь, можно найти много особенностей и градаций качества. Все это вызывает необходимость достаточно детально нормировать качество продуктов.

Качество различных товаров, в том числе сельскохозяйственных продуктов, в тех или других формах люди нормируют с давних времен. История знает много фактов стандартизации (конечно, без применения этого термина) изделий, строительных деталей и т. д. Наибольшее распространение оно получило с развитием капитализма и мировой торговли, науки и техники.

Основой нормирования качества сырья и продукции в нашей и многих других странах служит система стандартизации. В буквальном смысле слово «стандарт» (от англ. standard) означает норма, образец, мера, основа.

Международная организация по стандартизации (ИСО), членом которой является наша страна, приняла редакцию термина «стандартизация». Согласно ГОСТ 1.0—85 стандартизация — деятельность, заключающаяся в нахождении решений для повторяющихся задач в сфере науки, техники и экономики, направленная на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области. В данном документе изложены основные положения системы стандартизации, ее цели и задачи, порядок работы по созданию стандартов, их утверждению и внедрению, организации службы стандартизации, дано развернутое определение термина «стандарт». Это нормативно-технический документ, устанавливающий требования к конкретной продукции, правила, обеспечивающие ее разработку, производство и применение, а также требования к иным объектам стандартизации.

Стандарт разрабатывается на основе достижений науки, техники, передового опыта и должен предусматривать решения, оптимальные для общества. Стандарт разрабатывают как на материальные предметы (продукцию, эталоны, образцы веществ и т. п.), так и на нормы, правила, требования к объектам организационно-методического и общетехнического характера.

Необходимость государственной стандартизации возникла в

начале становления Советского государства. Первым государственным актом в этом направлении стал декрет «О введении международной метрической системы мер и весов». В 1923 г. при Главной палате мер и весов был создан Комитет эталонов и стандартов, в 1924 г. — Бюро промышленной стандартизации, а в различных ведомствах — 120 комиссий по разработке проектов стандартов. Широкое развертывание работ по стандартизации требовало создания центрального органа. 15 сентября 1925 г. Совет Народных Комиссаров СССР организовал Комитет по стандартизации при Совете Труда и Обороне (СТО). В работе комитета участвовали видные ученые: академики А. Н. Бах, И. М. Губкин, Г. М. Кржижановский, Д. Н. Прянишников и др.

Основываясь на опыте предприятий и данных научных исследований, Комитет по стандартизации разрабатывал и утверждал общесоюзные стандарты (ОСТ), ввел порядковую нумерацию утверждаемых стандартов. Первые стандарты (ОСТ 1, ОСТ 2 и ОСТ 3) были утверждены 7 мая 1926 г. на селекционные сорта пшеницы, яровую и озимую пшеницу. Важным этапом в дальнейшем развитии стало создание в 1940 г. Всесоюзного комитета стандартов (ВКС) при Совете Народных Комиссаров СССР. Стандарты получили название государственных. Была вновь начата и нумерация.

Важнейшая задача стандартизации — разработка стандартов с оптимальным уровнем качества изделий, продуктов и т. п. Повышенное качество, так же как и пониженное, ведет к большим затратам и экономически нецелесообразно.

Уровень нормирования качества продуктов и изделий не может быть неизменным. С развитием науки и техники совершенствуется производство, раскрываются новые свойства товаров и возможности их использования, разрабатываются и новые методы определения их качества. Поэтому действующие стандарты периодически пересматривают, устаревшие заменяют новыми, предъявляющими более высокие требования к качеству продукции.

Экономическая эффективность стандартизации и внедрения государственных стандартов в народном хозяйстве проявляется наиболее полно с развитием комплексной стандартизации. Последняя обеспечивает наиболее полное и оптимальное удовлетворение требований заинтересованных организаций и предприятий согласованием показателей взаимосвязанных компонентов, входящих в объекты стандартизации, и увязкой сроков введения в действие стандартов. Комплексность стандартизации обеспечивается разработкой программ стандартизации, охватывающих изделия, сборочные единицы, детали, полуфабрикаты,

материалы, сырье, технические средства, методы подготовки и организации производства. Такие программы разрабатывают и в сельском хозяйстве.

Неразрывность связи стандартизации с техническим прогрессом осуществляется через опережающую стандартизацию. Она заключается в установлении повышенных по отношению к достигнутому на практике уровню норм, требований к объектам стандартизации, которые согласно прогнозам будут оптимальными в последующее время. В зависимости от реальных условий в стандартах устанавливаются показатели, нормы, характеристики в виде ступеней качества, имеющие дифференцированные сроки введения.

§ 2. Классификация и структура стандартов

В зависимости от сферы действия, содержания и уровня утверждения стандарты подразделяют на международные, региональные и национальные. Международные стандарты разрабатывает и утверждает созданная в 1946 г. Международная организация по стандартизации (ИСО), региональные — организации, в состав которых входят некоторые страны, объединившие свою деятельность на основе экономических и политических интересов. Национальные стандарты разрабатываются и действуют в пределах той или иной страны и утверждаются на соответствующем уровне.

Членами ИСО являются около 90 стран мира. Наша страна — один из членов — учредителей этой организации. Основная задача ИСО заключается в разработке международных стандартов для содействия международной торговле и научно-техническому прогрессу. В состав ИСО входят более 160 технических комитетов, в том числе комитет «Сельскохозяйственные пищевые продукты» (ТК-34). Этот комитет включает подкомитеты по различным продуктам (зерновые и зернобобовые, плоды и овощи и продукты их переработки, молоко и молочные продукты и т. д.). В каждом подкомитете есть рабочие группы, занимающиеся теми или иными проблемами нормирования и возглавляемые странами — членами ИСО.

Национальные стандарты СССР разделены на четыре категории: государственные, республиканские, отраслевые и технические условия. Высшая категория национальных стандартов — государственные стандарты (ГОСТ). Государственные стандарты обязательны к применению во всех отраслях народного хозяйства, всеми организациями и предприятиями. Для лучшей и унифицированной разработки стандартов, внедрения последних и контроля за их соблюдением действует специальный комплекс стандартов — ГОСТ 1.0—85, охватывающий

все основные положения, в том числе и систему служб стандартизации.

Республиканские стандарты (РСТ) обязательны для всех организаций и предприятий республиканского и местного подчинения. РСТ устанавливают на продукцию, выпускаемую предприятиями республиканского и местного подчинения, за исключением продукции, относящейся к государственной и отраслевой стандартизации. Примером республиканской стандартизации могут служить стандарты на национальные предметы народного потребления.

К стандартам более ограниченного действия относят отраслевые (ОСТ). Они обязательны для всех предприятий и организаций данной отрасли, а также для предприятий и организаций других отраслей, применяющих (потребляющих) ее продукцию. Такие стандарты утверждает министерство (ведомство), ведущее в производстве данного вида продукции. Отраслевые стандарты устанавливают на продукцию, не относящуюся к объектам государственной стандартизации.

Предприятия или объединения для совершенствования технологии и организации производства, улучшения экономических показателей имеют право разрабатывать и утверждать стандарты предприятия (СТП). Однако на поставляемую этими предприятиями продукцию стандарты предприятия не распространяются.

Стандарты всех категорий подразделяют на виды: стандарты технических условий и технических требований; параметров и (или) размеров; конструкций и размеров; правил приемки; методов контроля (испытаний анализа, измерений); правил маркирования, упаковывания, транспортирования и хранения; правил эксплуатации и ремонта; типовых технологических процессов и др.

Для систематизации и удобства пользования государственные стандарты делят на разделы, классы, группы. В основу разделов положены отрасли народного хозяйства, за каждой из которых закреплен индекс одной из заглавных букв русского алфавита. Например, пищевые и вкусовые продукты — индекс Н, сельское и лесное хозяйство — индекс С. В пределах раздела стандарты распределены на классы и группы по десятичной системе с использованием всех или части цифр от 0 до 9.

Примером стандартов под рубрикой С00 могут служить следующие: «Земледелие. Термины и определения» (ГОСТ 16265—80), «Семена сельскохозяйственных культур. Определение полевых качеств семян. Термины и определения» (ГОСТ 20290—74) и др. В этом классе к группе 09 отнесены стандарты, излагающие общие методы оценки качества семян по отдельным

показателям. Начальные и конечные номера групп унифицированы для всех классов (0 — общие правила и нормы по сельскому и лесному хозяйству; 9 — методы испытаний, упаковка, маркирование). Стандарты на продукты, рассматриваемые в данном учебнике, находятся в первом — четвертом классах.

Исходя из целевого назначения нашего курса, наиболее часто приходится обращаться к стандартам технических требований и стандартам на методы испытаний. В поле зрения специалистов сельского хозяйства должны быть и стандарты на термины и обозначения, например: «Зерно заготавливаемое и поставляемое. Термины и определения», «Комбикорма. Термины и определения». Утверждение таких стандартов унифицирует применяемые термины, исключает возможность употреблять и другие, различно понимать принятые термины.

В технических требованиях приведены нормы качества и требования при использовании продукта по строго определенному назначению. Например, зерно ячменя используют как сырье во многих отраслях промышленности и каждая из них предъявляет к нему свои специфические требования. Поэтому существуют отдельные стандарты на ячмень продовольственный и кормовой, крупяной, для пивоварения, для переработки на солод. Если для производства муки или крупы всхожесть зерна ячменя не имеет значения, то для производства пива и солода нормирование данного показателя — одно из важнейших требований, предъявляемых к этому виду сырья. Способность прораствания должна составлять не менее 90...95 %.

Для удобства пользования структура стандартов унифицирована. Каждый стандарт начинается с определения, в котором указано, на что он распространяется. Затем идет раздел, в котором товар подразделяют на отдельные группы, обычно называемые типами, или видами, то есть приведена товарная классификация.

В основу деления на типы значительной части растительного сырья положены устойчивые признаки, характеризующие технологические и пищевые достоинства продукта. Обычно это признаки ботанические. Так, пшеницу продовольственную подразделяют на типы в зависимости от вида зерна (твердая или мягкая), его цвета (краснозерная или белозерная) и биологических особенностей (яровая и озимая). В стандарте на сено признаком вида служит ботанический состав трав и, как следствие этого, кормовая ценность сена.

При устойчивых признаках качества, соподчиненных типу, в пределах его выделяют подтипы. Например, окраска зерна красноватых форм мягкой пшеницы может быть от темно-красной до желтой, оттенок цвета часто коррелирует со структурой эндосперма (стекловидная или мучнистая). Иногда в

основу деления на подтипы положен географический признак — место производства продукта.

Для лучшей ориентации во многих стандартах указывают наименование сортов, относимых к каждому типу или подтипу. Таким образом, классификация на типы и подтипы, направленная на группировку продукта по природным признакам качества, хорошо иллюстрирует связь между его ботаническими и биологическими признаками с технологическими свойствами и потребительной ценностью.

Условия производства сельскохозяйственных продуктов разнообразны и неодинаково влияют на их качество. Поэтому классификация на типы и подтипы не раскрывает всех особенностей продукта. Возникает необходимость нормировать качество продуктов по довольно большому числу изменяющихся признаков. В пределах одного типа и подтипа зерно, в зависимости от условий выращивания, уборки урожая и его транспортирования, может содержать неодинаковое количество воды и примесей, быть выполненным в разной степени, поврежденным или не поврежденным вредителями, пораженным или не пораженным болезнями и т. д.

В связи с этим в стандартах приведены нормы качества по разным признакам, влияющим на потребительную стоимость продукта. Указанные показатели сформированы в разделе «Технические требования» и характеризуются специальными терминами: состояниями (например, по влажности и содержанию примесей в зерне), степенями (по зараженности вредителями хлебных запасов), категориями (по натуре зерна), группами (по клейковине) и т. д. В некоторых стандартах показатели качества объединены в классы. К первому классу относят продукты с наилучшими нормами качества по всем показателям, входящим в класс. Предусмотрена и продукция, не отвечающая требованиям даже низшего класса. В зависимости от назначения в стандарте дают основные (базисные) и низшие допустимые (ограничительные) нормы качества. Многие стандарты завершаются небольшими разделами (в виде ссылок) о методах испытания качества, применяемых при оценке данного продукта, а также об условиях его хранения и транспортирования.

Особое место занимают стандарты на методы оценки качества. Нормирование качества товаров требует и стандартных методов определения их качества. Сырье и готовую продукцию оценивают на различных этапах продвижения их к потребителю. Следовательно, только применяя одни и те же стандартные методы, можно избежать ошибки при отнесении товара к той или иной группе качества и иметь правильный подход при расчете за него.

§ 3. Кондиции

Система кондиций. Разнокачественность продуктов, производимых в сельском хозяйстве в пределах одного вида, вызывает необходимость не только широко нормировать их качество, но и устанавливать норму, на основании которой государственные и кооперативные организации, закупающие продукцию, будут ее оплачивать. Не менее важно для промышленности, перерабатывающей сельскохозяйственное сырье, также иметь основную норму его качества, так как при отклонении от нее изменяется выход продукции (в процентах), выпускаемой предприятием, а возможно, и ее качество. Такие нормы необходимы и при использовании сырья на другие цели.

В связи с этим в государственном нормировании разработана система кондиций (норм), которые полностью или частично включают в государственные стандарты, либо в стандартах делают ссылку на необходимость руководствоваться действующими кондициями. В сельском хозяйстве применяют следующие кондиции: посевные, заготовительные, промышленные и экспортные.

Кондиции на посевной материал. Полностью включены в государственные стандарты на сортовые и посевные качества семян. Лучшими считают семена, отвечающие требованиям первого класса стандарта. Задача сельскохозяйственного производства состоит в том, чтобы производить семена высших посевных кондиций, так как это уменьшает потребность в посевном материале на единицу площади, способствует повышению урожайности и улучшению качества урожая. Семена элиты и разных репродукций при продаже государству должны соответствовать определенным нормам качества. При отклонении от данных норм делают скидки с закупочной цены, отменяют или сокращают сортовые надбавки или считают семена некондиционными.

Заготовительные кондиции. Так называют нормы качества сельскохозяйственных продуктов при продаже их государству. Их подразделяют на базисные и ограничительные.

Базисные кондиции. Как показывает название — это основная норма качества. Продукт, отвечающий требованиям базисных кондиций, имеет полноценные пищевые, кормовые или технические достоинства. Из партий такого сырья можно, как правило, получить высококачественную продукцию, соответствующую требованиям государственного стандарта на нее. Поэтому базисные кондиции служат основой для расчета за сельскохозяйственные продукты.

Если продукт по всем показателям качества отвечает требованиям базисных кондиций, его оплачивают по цене, установленной для данной зоны республики за всю физическую массу

партии, которую полностью засчитывают в выполнение плана продажи продукта государству, предусмотренного договорными обязательствами. Продажу продукта с лучшими показателями качества, чем это предусмотрено базисными кондициями, поощряют надбавками к закупочной цене, а по некоторым показателям и надбавками к физической массе продукта.

В зависимости от вида продуктов базисные кондиции могут быть едиными для всей территории страны или дифференцированными по зонам с учетом условий производства продукта. Иногда одни показатели, входящие в базисную кондицию, едины, другие носят зональный характер.

Ограничительные кондиции. Это предельно допустимая норма качества продукта при продаже государству. Если продукт хотя бы по одному из показателей хуже, чем предусмотрено требованиями ограничительных кондиций, ни одна заготовительная организация не имеет права закупать его. Продукты, не соответствующие требованиям ограничительных кондиций, покупают только с разрешений компетентных органов. Отклонения в худшую сторону от ограничительных кондиций, допустимые по отдельным показателям качества, устанавливают в строго определенных пределах на каждую заготовительную кампанию для отдельных зон страны. В основном это связано со специфическими условиями (главным образом климатическими), сложившимися в сельском хозяйстве.

Если качество продуктов ниже базисных кондиций, но в пределах ограничительных, заготовительные организации оплачивают их со скидкой с закупочной цены. Кроме того, за отклонения качества по некоторым показателям (например, влажность зерна выше базисной) проводят скидку с физической массы.

Размеры скидок (рефакций) строго регламентированы государством и не могут быть изменены на местах. Они изменяются в значительных пределах и зависят от затрат, связанных с обработкой (подработкой) продукта для доведения до базисных норм качества, а также от образующихся при этом потерь массы.

В заготовительные кондиции (как базисные, так и ограничительные) включены лишь основные показатели качества продукта, отражающие его состояние и возможность использования. Детальное ознакомление с заготовительными кондициями позволяет руководителям и специалистам правильно подготавливать партии продуктов для продажи.

Промышленные кондиции. Эти нормы дают конкретное представление о требованиях, предъявляемых к сырью каждой отрасли промышленности. Ими руководствуются при переработке продуктов в местах производства. Выход продукции рассчитывают на основании установленных норм качества.

Экспортные кондиции. Их составляют с учетом требований к качеству товаров на мировом рынке. Продавая сельскохозяйственное сырье высокого качества, получают больше валюты за единицу продукции. Знакомство с экспортными кондициями позволяет правильно организовать производство сельскохозяйственных продуктов для внешней торговли. В народном хозяйстве нашей страны существуют кондиции и для других целей. Специфические требования предусмотрены в кондициях на товары, закладываемые на длительное хранение (в резервы), и т. д.

§ 4. Методы определения качества продуктов

Принципы определения качества. В оценке каждого продукта, его классификации и расчете за него важную роль играет правильно организованное и проведенное исследование признаков качества. Кроме того, определение качества продуктов различными методами необходимо при их хранении и обработке.

Методы определения качества любого продукта разносторонни, но все их разделяют на две группы: сенсорные (от лат. *sensus* — чувство, ощущение), или органолептические, и инструментальные, или лабораторные.

Сенсорные методы. В историческом развитии изучения потребительных свойств товара первенство принадлежит сенсорным методам. Человек, используя свои органы чувств, получал как потребитель в большинстве случаев необходимую информацию о достоинствах товара. Однако оценка партий товара в процессе его производства и продвижения к потребителю только по органолептическим признакам, осуществляемая в разное время и разными людьми, приводит к субъективизму. Результат органолептических определений зависит от опытности лица, проводящего их, состояния его психики в данный момент и, наконец, от добросовестности. Все это может приводить к несходности результатов.

Лабораторные методы. С развитием науки и техники в товароведческой практике применяют методы оценки качества продуктов при помощи приборов. Их называют лабораторными (инструментальными) или объективными, поскольку человек устанавливает результаты, применяя те или иные приборы, иногда даже автоматически регистрирующие показатели.

В зависимости от принципа действия прибора, свойств, которые желательно выявить в продукте, применения тех или иных реактивов, способов обработки продукта при исследовании и т. п. лабораторные методы исследования разделяют на физические, химические, физико-химические, биологические и технологические.

Физические методы. Примером таких методов исследования служат определение состава массы продукта и входящих в него компонентов по крупности и однородности, изучение микроструктуры продукта, поляриметрическое определение содержания крахмала и сахаров, рефрактометрическое определение сухих растворимых веществ, жира, электрические методы определения влажности, точное определение цвета продукта цветометрами, акустический метод для выявления зараженности продукта вредителями-насекомыми и др.

Химические методы. Данные методы очень распространены, поскольку пищевая и технологическая ценность продукта находится в прямой зависимости от количества и состава входящих в него органических и минеральных веществ.

С развитием науки о питании нельзя ограничиваться суммарным определением содержания той или иной группы веществ в продукте. Возникает необходимость изучения аминокислотного состава белков, наличия витаминов, пигментов и других соединений. Нужны и биохимические исследования, например определение активности ферментов в продукте, так как от состояния ферментных систем часто зависят его технологические свойства.

Многие продукты характеризуются содержанием свободных кислот, поэтому довольно часто определяют титруемую кислотность. Существуют и специфические химические методы исследования: например, в солено-квашеной продукции и комбикормах определяют содержание поваренной соли.

Физико-химические методы. Также находят применение (определение вязкости мучных суспензий, водопоглотительной способности муки и др.).

Биологические методы. Получили широкое распространение — от простых до более сложных микробиологических (определение содержания токсических веществ в зерне методом бродильной пробы, видового состава микрофлоры в продукте, выявление микозов и бактериозов и т. д.). К биологическим методам относят исследование продуктов на зараженность вредителями запасов — насекомыми и клещами, когда устанавливают их видовой состав.

Технологический метод. Это комплексный метод исследования сырья, дающий представление о качестве будущего продукта (фабриката). Воспроизводя схему технологического процесса (или часть ее), сырье превращают в полуфабрикат или готовое изделие, по качеству которых и устанавливают его технологические достоинства. Так, по качеству стружки, полученной из корней сахарной свеклы, судят об их добропорядочности, обеспечивающей нормальную диффузию сахара в ходе технологического процесса. Опытный помол образца зерна на специальных лабо-

раторных мельницах позволяет определить технологические свойства зерна, в том числе выход муки, а пробная выпечка — представление о хлебопекарных свойствах муки (зерна).

Использование лабораторных методов дает достаточно правильные и сопоставимые результаты только при соблюдении методик исследования и правил работы с приборами, которые должны быть в исправном техническом состоянии и проверяться в установленном порядке. Отклонение от подобного правила не только обесценивает выполненные исследования, но может принести вред при классификации по стандарту, дальнейшем использовании продукта, его хранении и расчетах за него.

Применение лабораторных методов исследования не исключает использования сенсорной оценки продуктов. В наибольшей степени это относится к пищевым продуктам и сырью, из которого их вырабатывают, так как внешний вид продукта (форма, размеры, поверхность, окраска и т. п.) очень хорошо характеризует его состояние: степень зрелости, типовой состав и т. д. Кроме того, некоторые очень важные признаки, например запах, которым обладает продукт вообще, определяют только органолептически. Немалое значение в оценке пищевых продуктов придают и вкусу. Запах и вкус продуктов — признаки его свежести, дефектности или полной испорченности. В связи с этим в государственных стандартах нормированы все имеющие значение органолептические показатели, в стандартах на методы исследования наряду с лабораторными описаны и органолептические.

Дегустация. На предприятиях пищевой промышленности в системе торговли и общественного питания, научных учреждениях (начиная с селекционных станций) наряду с характеристикой сырья или продукции по химическому составу, физическим свойствам, биологическим особенностям и технологическим достоинствам применяют метод дегустации (от лат. *degustare* — пробовать на вкус). Открытые или закрытые дегустации с участием специалистов и потребителей проводят для оценки печеного хлеба, круп (по качеству каши), плодов, ягод, овощей, чая и других продуктов растениеводства и животноводства. Оценку дают в баллах по специально разработанной шкале для каждого вида продуктов.

Определение качества продукции по ГОСТ 15467—79. Стандарт предусматривает несколько иную и более широкую классификацию методов определения качества продукции. Она охватывает измерительный, регистрационный, расчетный, органолептический, экспертный, социологический методы.

Измерительный метод. Значения показателей качества продукции определяют с помощью технических средств измерений. Данный метод базируется на информации, получаемой с использованием средств измерения и контроля.

Регистрационный метод. Проводят на основе наблюдений и подсчета числа событий, предметов или затрат.

Расчетный метод. Осуществляют на основе использования теоретических и (или) эмпирических зависимостей показателей качества продукции от ее параметров. Метод применяют главным образом при проектировании продукции, когда последняя не может еще быть объектом экспериментального исследования. Этим способом устанавливают зависимость между отдельными показателями качества продукции.

Органолептический метод. Не исключает возможностей использования технических средств (лупы, микроскопа, слуховой трубки), повышающих разрешающие способности органов чувств.

Экспертный метод. Значения показателей определяют на основе решения, принимаемого экспертами (в том числе и дегустаторами).

Социологический метод. Заключается в сборе и анализе мнения потребителей. Его проводят с помощью опросов, распространения анкет-вопросников, конференций, совещаний, выставок, дегустаций и т. д.

Для определения качества сельскохозяйственных продуктов, как и большинства товаров, исследуют небольшую часть партии продукта так называемым методом средних проб. Чтобы получить достоверные результаты, характеризующие истинное качество продукта, соблюдают два условия: продукт в своей массе должен быть достаточно однородным (действительно представлять одну партию); среднюю пробу составляют таким образом, чтобы она отражала среднее качество партии. Исходным материалом для составления средней пробы служат точечные пробы, отобранные из различных частей партии.

В зависимости от вида продукта, размера партии и места, где она находится (в таре или насыпью, в транспортных средствах, хранилищах и т. д.), число точечных проб и правила их отбора различны. Для единого подхода к формированию средних образцов все понятия, связанные с этим, техника изъятия и правила смешивания проб, порядок составления средней пробы, выделение навесок для анализа стандартизованы. Они включены в стандарты «Технические требования».

Общее представление о подготовке средней пробы и навесок для анализа партий зерна продовольственного, кормового и технического назначения дает рисунок 2. Обязательны одинаковая масса или объем каждой из точечных проб. Для взятия их применяют щупы или специальные устройства — пробоотборники.

Смешивают точечные пробы для получения объединенной, а из нее и средней, выделяют навески для анализа при помощи

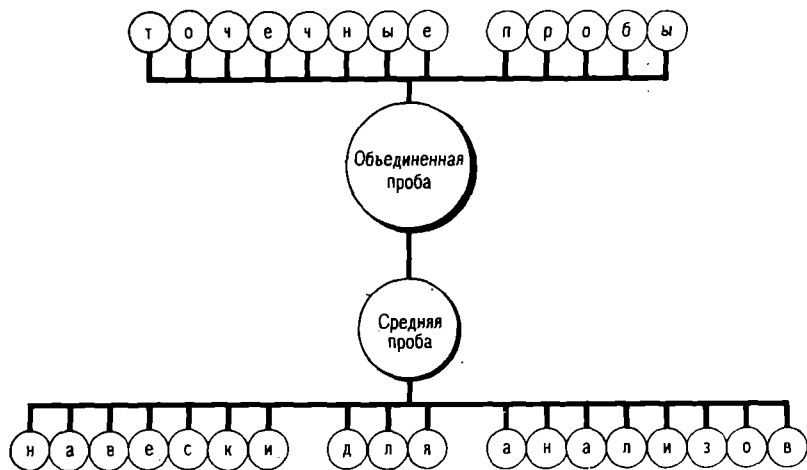


Рис. 2. Схема составления средней пробы зерна и навески для анализа.

специальных устройств — делителей. Для различных анализов выделяют навески разной массы. В сельском хозяйстве качество продуктов растениеводства оценивают в процессе формирования партий, при подготовке их для продажи государству, хранения, при подработке и переработке.

Контрольные вопросы и задания. 1. Дайте определение терминов «стандарт» и «стандартизация». 2. Назовите категории стандартов и их применение. 3. Какие виды кондиций используют в сельском хозяйстве? В чем заключается их значение? 4. Классифицируйте методы оценки качества сельскохозяйственных продуктов.

Глава 3 НАУЧНЫЕ ПРИНЦИПЫ ХРАНЕНИЯ ПРОДУКТОВ

§ 1. Факторы, влияющие на сохранность продуктов

Некоторые способы хранения и консервирования продуктов (сушка, копчение, хранение в земле, замораживание природным холодом и др.) возникли в древние времена. Техника их применения менялась с развитием общества, а теоретическое обоснование сделано намного позднее, когда была выяснена роль микроорганизмов в круговороте веществ в природе, сформировались такие отрасли научных знаний, как биохимия, теплофизика и др.

Хранение продуктов с минимальными потерями массы и без ухудшения качества возможно только при содержании каждого

из них в оптимальных условиях. Изучение подобных условий, разработка и совершенствование режимов и способов хранения продуктов — важнейшая задача теории и практики хранения. При решении ее прежде всего обращаются к свойствам самого продукта как объекта хранения. На основании этого определяют режимы и способы, максимально обеспечивающие сохранность его потребительских свойств. Однако учитывают и экономическую сторону вопроса. Например, можно создать идеальные условия для хранения продукта, но иметь такие издержки, которые можно будет покрыть только значительным повышением цены при продаже. Поэтому на практике стремятся применять различные массовые способы хранения продуктов с учетом их свойств, цены, возможностей хозяйства и целевого назначения продукта (в каком виде продукт надо доставить потребителю). Тем не менее создание соответствующей технической базы для хранения каждого вида продуктов совершенно необходимо.

Устойчивость продукта при хранении зависит от его химического состава, физической структуры и реакции на воздействие факторов окружающей среды. Даже товары неорганического происхождения в зависимости от условий хранения изменяют свои свойства и химический состав. Так, если не применять защитных мероприятий, бруски олова («чушки»), окисляясь с поверхности, превращаются в порошок окиси олова. Еще более многообразны процессы, идущие в веществах органического происхождения. Натуральный каучук, например, длительное время хорошо сохраняет ценные пластические свойства, если его содержат при определенных температурных режимах и паровоздушной среде. Плитки шоколада, состоящие почти целиком из масла бобов какао, порошка какао и сахарной пудры, хорошо упакованные в алюминиевую фольгу, все-таки через некоторое время хранения «седеют»: поверхность их становится белой. Объясняется это изменениями, происходящими в жировой части продукта.

Еще сложнее сохранять сельскохозяйственные продукты. В их состав входят различные группы органических соединений (белки, углеводы, жиры и др.), минеральные вещества и вода. Одни из продуктов — многоклеточные живые организмы (семена, клубни, корнеплоды и т. д.), в клетках и тканях которых протекают различные процессы обмена веществ с участием ферментных систем. В других лишь какое-то время остаются живыми отдельные клетки (свежее сено, стебли волокнистых растений и др.), третьи представляют собой органическую массу той или иной консистенции (лежавшее сено, растительные волокна и т. п.), нередко содержащую ферменты в активном или инактивированном состоянии. Хранение большинства сельскохозяйственных продуктов осложняется и содержанием в них зна-

чительного количества свободной воды — необходимого условия для процессов обмена веществ в клетках и тканях (табл. 2).

Сельскохозяйственные продукты производят и хранят в условиях широкого доступа к ним микроорганизмов. Так, все растения имеют прижизненную, свойственную им эпифитную микрофлору, а больные — и соответствующих возбудителей инфекции. При уборке урожая микрофлора пополняется микробами из окружающей среды (главным образом из почвы). Поэтому каждый интересующий нас объект хранения содержит обычно большое количество микроорганизмов, способных при известных условиях активно размножаться и влиять на величину массы и качество хранимых продуктов.

Многие сельскохозяйственные продукты (зерно и семена, сено, солома, шишки хмеля, шерсть, шкуры и др.) — хорошая питательная среда для большой группы вредителей запасов (насекомых клещей). Активное развитие их в продукте грозит огромными потерями массы и качества.

Основные факторы, влияющие на жизнедеятельность клеток и тканей самого продукта, микроорганизмов, насекомых и клещей, — температура, влажность и газовый состав окружающей

2. Содержание воды в сельскохозяйственных продуктах (%)

Продукт	Вода	Продукт	Вода
Зерно злаковых и семена бобовых	7...32 (чаше 12...22)	Ягоды	82...90
Семена масличных	6...25 (чаше 7...20)	Виноград	76...84
Чеснок (луковицы)	64...70	Сахарная свекла	70...76
Картофель	74...80	Сено	11...17
Лук (репчатый)	84...87	Солома	12...20
Корнеплоды	82...93	Треста (льняная)	10...25
Капуста (белокочанная)	88...91	Шишки хмеля	10...80
Арбузы и дыни	89...91	Молоко (коровье)	86...88
Томаты, баклажаны, перцы	90...95	Сметана	50...80
Огурцы	94...96	Творог	60...75
Яблоки, груши	83...88	Масло (сливочное)	14...16
Плоды:		Яйца куриные (без скорлупы)	72...74
цитрусовые	87...90	Говядина (в зависимости от упитанности)	57...78
косточковые	79...90	Свинина (в зависимости от упитанности)	47...73
		Мясо домашней птицы	47...75
		Рыба (разных семейств и разной степени жирности)	57...76

среды. Поэтому все режимы и способы хранения продуктов базируются на изучении взаимосвязей между хранимым объектом и окружающей его абиотической и биотической средой. Таким образом, при хранении сельскохозяйственных продуктов

их состояние, потребительная ценность и размеры потерь массы зависят главным образом от следующих причин: интенсивности биохимических процессов, протекающих в клетках и тканях продукта; степени воздействия на продукт микроорганизмов; развития в массе продукта насекомых и клещей. Потери массы продуктов и снижение их качества значительно возрастают при доступе к ним грызунов и птиц.

§ 2. Принципы хранения продуктов

Классификация принципов хранения. Способы хранения (или консервирования*) продуктов, применяемые на практике, основаны на частичном или полном подавлении протекающих в них биологических процессов. Исходя из этого положения, профессор Я. Я. Никитинский систематизировал их, выделив четыре принципа: биоз, анабиоз, ценоанабиоз и абиоз. У каждого из них несколько модификаций. Общее представление о принципах дает следующая схема:

Принципы хранения (консервирования) продуктов

Биоз

Зубиоз	Содержание и транспортирование скота, птицы, рыбы, других живых организмов
Гемибиоз	Хранение в свежем виде плодов и овощей

Анабиоз

Термоанабиоз (психро- и криоанабиоз)	Хранение в охлажденном или замороженном состоянии
Ксероанабиоз	Сохранение в результате частичного или полного обезвоживания продукта
Осмоанабиоз	Повышение осмотического давления в продукте
Ацидоанабиоз	Изменение кислотности среды в продукте введением кислоты
Наркоанабиоз	Применение анестезирующих веществ

Ценоанабиоз

Ацидоценоанабиоз	Повышение кислотности среды в продукте в результате развития определенных групп микроорганизмов
Алкоголеценоанабиоз	Консервация спиртом, выделенным микроорганизмами

Абиоз

Термостерилизация	Нагревание до высоких температур
Лучевая стерилизация	Применение различных лучей
Химическая стерилизация	Введение антисептиков
Механическая стерилизация	Фильтрация

* Консервирование, или консервация, от лат. *conservare* — сохранять. Во многих странах (особенно романского языка) этот термин означает единственно «хранение». У нас его часто понимают как способ хранения продуктов приготовлением консервов в герметической таре.

Принцип биоза. Как показывает само название, в данном случае продукт сохраняется в живом виде. Любой здоровый организм, обладая естественными иммунными свойствами, защищает себя от воздействия различных биологических агентов и в какой-то степени от других неблагоприятных воздействий окружающей среды. Принцип биоза подразделяют на два вида: истинный, или полный, — зубиоз и частичный — гемибиоз.

Эубиоз. Сохранение живых организмов до момента их использования. Так содержат предназначенных для убоя домашних скот и птицу, а также сохраняют живую рыбу, устриц, раков и др. Во избежание потерь массы и ухудшения качества продукта соблюдают рациональные условия содержания, включая и обеспечение скота и птицы кормами.

Принцип зубиоза имеет огромное народнохозяйственное значение. Так, откорм скота экономически выгодно проводить на отгонных пастбищах, затем доставлять животных к местам переработки или потребления мяса. Он позволяет также более планомерно загружать перерабатывающие предприятия (мясокомбинаты, консервные заводы и т. д.) и холодильники. Принцип зубиоза дает возможность населению крупных городов получать свежие мясные и другие продукты. Расходы на кормление и уход за животными, транспортирование оправдываются большим количеством доброкачественных продуктов и более высокой ценой на них.

Нарушение условий зубиоза — недостаточное или неполное кормление животных, несвоевременное поение, неправильное содержание или транспортирование — наносит огромный ущерб как производителям, так и народному хозяйству. Скот и птица теряют массу и общую упитанность. Производители получают меньше денежных доходов, страна недополучает мяса, потребитель вынужден пользоваться продукцией пониженного качества.

Гемибиоз* (принцип частичного биоза). Пользуясь иммунными и в широком смысле защитными свойствами таких частей растений, как клубни, корнеплоды, луковицы, плоды, ягоды и т. д., удается в течение того или иного времени хранить их в свежем состоянии. Продолжительность сохранности продуктов зависит от особенностей последних и условий хранения. Например, тыква длительное время сохраняет пищевые достоинства при комнатной температуре, свежие огурцы — лишь несколько дней. Яблоки многих зимних сортов обладают лежкостью в течение нескольких месяцев, яблоки летних сортов непригодны к длительному хранению.

Для сохранения продуктов данной группы в свежем состоянии более длительное время, для поддержания их сопротивляе-

* Геми (от греч. *hemi*) в сложных словах означает «полу», в данном случае полубиоз.

мости заболеваниям и регулирования процессов жизнедеятельности создают условия, замедляющие развитие биологических процессов и исключают заметное обезвоживание продуктов. Это достигается хранением продуктов при температуре, близкой к 0°C , и определенной влажности воздуха. Принцип гембиоза очень важен. Правильное его применение позволяет снабжать население свежими (сырыми) растительными продуктами, содержащими витамин С и другие биологические стимуляторы.

Принцип анабиоза*. Это приведение продукта в состояние, при котором резко замедляются или совсем не проявляются биологические процессы. В таком продукте слабо протекают процессы обмена веществ в клетках, приостановлена активная деятельность микроорганизмов и других живых существ (клещей, насекомых), если они имеются. Однако при подобном состоянии продукта живые организмы в нем не уничтожены. Возникновение более благоприятных условий вновь активизирует те или иные (иногда все) процессы жизнедеятельности. Поэтому принцип анабиоза иногда называют **принципом скрытой жизни**.

Термоанабиоз. Так называют хранение продуктов при пониженных и низких температурах. Оно основано на чувствительности живых организмов и их ферментных систем к температуре. Различают два вида термоанабиоза: психро- и криоанабиоз. В первом случае продукты находятся при температурах, близких к 0°C , но так, чтобы они не замерзли; во втором — их замораживают до температуры ниже 0°C . Выбор вида термоанабиоза прежде всего зависит от рода продуктов, характера их использования в дальнейшем и возможностей предприятия.

Психроанабиоз (хранение в охлажденном состоянии). Применяют для сохранения овощей и плодов, яиц, молочных продуктов, мяса и рыбы, семян, продовольственного и кормового зерна. Оптимальная температура хранения овощей, плодов и ягод — $1...5^{\circ}\text{C}$, мясных и рыбных продуктов — $4...0$, яиц до -1 , сливочного масла (при кратковременном хранении) — $1...0^{\circ}\text{C}$. Повышение температуры от указанных пределов обычно сопровождается понижением сохранности продуктов в результате развития микроорганизмов, а у некоторых (овощи, картофель, плоды) и вследствие интенсификации процессов обмена веществ (дыхания, гидролитических процессов и т. п.). В более широкой амплитуде психроанабиоз проявляется в зерновых массах. Так, уже при температуре ниже 8°C процессы жизнедеятельности в них замедляются и не представляют опасности в течение длительного времени.

* Приставка «а» перед согласными (или «ан» перед гласными) в иностранных словах, преимущественно греческого происхождения, выражает отрицание или отсутствие какого-либо признака.

При хранении в охлажденном состоянии особенного соблюдения температурного режима требуют скоропортящиеся продукты (например, мясо и рыба). Такие продукты хранят с использованием постоянных и регулируемых источников холода (в холодильниках).

Криоанабиоз (хранение в замороженном состоянии). Обеспечивает сохранность продуктов в течение длительного времени. Перед употреблением их по определенным правилам оттаивают (дефростируют). Существенную роль играют как температура, при которой идет замораживание, так и скорость процесса. При замораживании в продуктах происходят изменения физического, гистологического и коллоидного характера; наблюдаются изменения и в составе их микрофлоры. От режима и способа замораживания зависят размеры потерь массы продукта, его пищевые и вкусовые достоинства после дефростации и приготовления пищи. Все это привело к необходимости глубокого изучения теории процессов и техники замораживания. Возникла и специальная отрасль науки — холодильная технология.

Для успешного хранения скоропортящихся продуктов применение искусственного холода необходимо. В нашей стране построено много холодильников. Созданы холодильные и морозильные установки для использования их в местах производства. Предусмотрено дальнейшее оснащение сельского хозяйства установками для охлаждения молока и молочных продуктов, универсальными холодильными и морозильными установками для битой птицы, ягод, плодов и др.

Термоанабиоз применяют при хранении зерновых масс, картофеля и овощей с использованием природного холодного воздуха. Для понижения температуры в хранилищах и массе продуктов созданы установки активного вентилирования, позволяющие использовать для охлаждения объектов суточные перепады температуры. Холодильными установками оснащают и хранилища для картофеля, овощей, семян, зерна и др.

Ксероанабиоз. Это хранение продуктов в сухом состоянии (от греч. *xeros* — сухой). Частичное или полное обезвоживание продукта приводит практически к полному прекращению в нем различных биохимических процессов, лишает микроорганизмы возможности развиваться. При значительном обезвоживании в продукте нет условий и для существования насекомых и клещей. В зерне злаковых влажностью 12...14 % интенсивность дыхания ничтожна, а у микроорганизмов, населяющих его, нет условий для активного развития. При влажности зерновых продуктов менее 10 % не развиваются многие насекомые. До этих пределов обезвоживают и овощи; большее количество воды (18...24 %) оставляют в плодах, содержащих много сахара.

Таким образом, обезвоживание продуктов следует рассматри-

вать как прием, повышающий концентрацию субстрата (продукта) до таких пределов, при которых нет условий для нормального обмена веществ в клетках самого продукта, клетках микробов и организме насекомых. Влагу из продукта в большинстве случаев удаляют созданием условий, способствующих ее испарению. Процесс удаления влаги таким путем называют с у ш к о й.

Сушка — один из старейших способов предохранения продуктов от порчи. Используя солнечные лучи, теплый и сухой воздух атмосферы, подогретый воздух около костра (очага), обогривательные приспособления (печи или нагретые поверхности), сушили (или вялили) рыбу, нарезанное полосами мясо, плоды, овощи и другие продукты. Позднее создали специальные сушильные устройства (овины для сушки снопов, сушилки для вяления рыбы, печи для сушки овощей и т. д.). Сушильная техника превратилась в самостоятельную отрасль научных знаний, базирующуюся на законах тепло- и массообмена, коллоидно-физических и биохимических свойствах объектов.

Наряду с совершенствованием методов и техники давно известных объектов сушки (зерно и семена, овощи и плоды, рыба и мясо) появилась возможность обезвоживать и такие продукты, как молоко, яйца, соки. После вакуумной сушки получают почти полностью обезвоженные продукты: сухое молоко (воды 3...7 %), яичный порошок (воды 6...9 %) и др. Разработаны и получили распространение методы сублимационной сушки (вымораживанием), сушка токами высокой частоты, инфракрасными лучами и др.

Современные методы и режимы сушки позволяют получать полноценные продукты с сохранением их природных свойств, а нередко сушеные продукты даже обладают преимуществами по сравнению со свежими. Так, они занимают меньший объем, содержат питательные вещества в концентрированном виде и лучше усваиваются (например, порошки из овощей), более транспортабельны и т. д. Многие высушенные продукты при соответствующей обработке восстанавливают свои исходные свойства (молоко). В сухом виде их используют как компоненты для приготовления новых продуктов, пищевых концентратов, кормовых смесей и полнорационных комбикормов.

Отрасли пищевой, мясо-молочной и рыбной промышленности имеют мощные сушильные установки различных типов, специальные цехи и заводы (например, овощесушильные). В сельском хозяйстве наиболее широко распространена сушка зерна и семян, плодов и овощей, волокнистых материалов (тресты и др.), травы. Техника и режимы сушки различных объектов рассмотрены в соответствующих главах книги.

Степень воздействия сушки на живые организмы, присутствующие в продукте, может быть различной. Во время сушки

семян применяют режимы, сохраняющие их посевные качества, то есть полную жизнеспособность. При сушке многими способами в продуктах остаются живыми различные микроорганизмы и их споры (бактерии, дрожжи и плесневые грибы). При создании благоприятных условий (увлажнении продукта при хранении или перевозках) микроорганизмы активизируются, развиваются и портят продукт.

О с м о а н а б и о з. Метод сохранения продуктов основан на создании повышенного осмотического давления в среде (продукте). Повышение осмотического давления до определенного максимума защищает продукт от воздействия на него микроорганизмов, и тем самым исключаются нежелательные микробиологические процессы (гниение, плесневение, а если нужно, то и брожение). При таком положении в клетках микробов нарушается состояние тургора, происходит отдача влаги в окружающий субстрат и наблюдается явление плазмолиза.

Отдельные группы микроорганизмов характеризуются неодинаковым внутриклеточным осмотическим давлением, в связи с чем выдерживают различные концентрации субстрата. Так, молочнокислые бактерии и дрожжи выдерживают значительно большие концентрации субстрата, чем бактерии, вызывающие гниение. Это позволяет регулировать ход микробиологических процессов в продукте или останавливать их.

Повышения осмотического давления в продуктах достигают главным образом введением соли или сахара. До разработки новых приемов консервирования посол (приготовление солонины) был важнейшим способом сохранения мяса. Соление применяют для консервирования рыбы (особенно сельди), овощей (огурцов, капусты, томатов, арбузов, пряной зелени) и шкур сельскохозяйственных животных. При солении овощей используют ограниченное количество соли. Ее берут в концентрациях, угнетающих гнилостные микроорганизмы и не ограничивающих развитие молочнокислых бактерий. Так, при квашении капусты вводят соль 1,6...2 % массы продукта.

Для полного консервирования продуктов методом посола требуется соли 8...12 % массы продукта, что соответствует осмотическому давлению 5050...7373 кПа. Соль применяют в сухом виде («сухой посол») или в растворе («мокрый посол»). При сухом посоле мясо и рыбу натирают солью или обваливают в ней, затем укладывают в тару и пересыпают солью. Растворяясь, она проникает в ткани продукта, из него выделяется вода, в результате чего образуется рассол (тузлук). Шкуры животных засыпают солью со стороны мездры — до 50 % массы шкуры. При мокром посоле готовят рассол (искусственный тузлук), которым и заливают продукт или погружают в него шкуры. Технология посола очень разнообразна. Она зависит от вида продуктов, их

состояния, последующей обработки, технической базы и места обработки.

Для консервирования плодов и ягод используют значительное количество сахара, так как дрожжи, находящиеся в ягодах, способны выдерживать очень высокое осмотическое давление. Даже при консервировании кипящим сиропом сахара (приготовление варенья) его нужно не менее 60 % массы продукта. При этом осмотическое давление достигает 35 350 кПа. Если консервируют целые или растертые ягоды без кипячения, в продукт вводят удвоенное количество сахара по отношению к массе. Подобный способ позволяет получать особо ценные продукты с полным сохранением витамина С и почти без изменений химического состава.

Ацидоанабиоз. Данный метод консервирования основан на создании в продуктах более кислой среды введением допустимых в пищевом отношении кислот. Гнилостные бактерии (*proteus*, *fluorescens*, *subtilis* и др.) успешно развиваются при рН, близком к 7, хорошо существуют в щелочной среде (рН более 7) и значительно хуже в кислой среде. При рН ниже 5 большинство из них не размножается. Поэтому при подкислении продуктов некоторыми органическими кислотами происходит частичная консервация. Для пищевых целей используют разведенную уксусную кислоту, виноградный и плодово-ягодный уксусы, также содержащие уксусную кислоту (3...5 %) и обладающие хорошими ароматом и вкусом.

Применение уксусной кислоты совместно с пряностями (душистым перцем, корицей, гвоздикой и др.) называют **маринажем**. Маринады готовят из овощей, плодов, грибов и рыбы с пастеризацией или без нее. В последнем случае увеличивают количество уксусной кислоты. Ее содержание в продуктах должно составлять 0,2...0,9 %. При испарении или разложении уксусной кислоты маринады очень быстро портятся.

Важнейший прием, основанный на принципе ацидоанабиоза, — искусственное силосование зеленых кормов. Введение в силосную массу органических или минеральных кислот (иногда их смесей) позволяет получать хороший силос. Такой способ распространен в странах Северо-Западной Европы и некоторых северных областях нашей страны.

Наркоанабиоз. Принцип назван так потому, что пары некоторых веществ (хлороформа, эфира и др.) оказывают анестезирующее действие на организмы, находящиеся в продукте. Отсутствие кислорода (аноксианабиоз) исключает возможность развития аэробных микроорганизмов (в том числе плесневых грибов), насекомых и клещей.

Дыхание клеток самого продукта приобретает анаэробный характер и вскоре прекращается совсем. Таким образом, происхо-

дит консервация продукта, сопровождающаяся гибелью многих организмов.

На практике аноксианабиоз создают при содержании продуктов в герметических условиях. В емкости, где они хранятся, для ускорения консервации вводят диоксид углерода, азот, вытесняя кислород. Возможна и самоконсервация (автоконсервация) продукта, наступающая после периода, в течение которого кислород расходуется при дыхании компонентов, находящихся в продукте. Рассматриваемый метод используют при хранении зерна продовольственного и кормового назначения, травяной муки (с сохранением в ней каротина), плодов, мяса и других продуктов в специальных герметизированных камерах. Состав газовой среды для хранения различных продуктов строго определяют по соотношению кислорода, азота и диоксида углерода. Разработаны режимы применения регулируемых газовых сред (РГС).

Принцип ценоанабиоза. Создавая при хранении продуктов благоприятные условия для определенной группы микробов, желательных для развития, предупреждают размножение других, портящих продукт. Последние не могут развиваться вследствие накопления в среде веществ, выделяемых полезной микрофлорой. В некоторых случаях для создания определенной направленности микробиологических процессов в продукт вводят чистую культуру или накопленную массу тех или иных видов микробов.

Обычно используют две группы микроорганизмов: молочно-кислые бактерии и дрожжи. Первые, развиваясь в продукте, накапливают в нем молочную кислоту до 1...2 % (принцип ацидоценоанабиоза). Вторые выделяют значительное количество этилового спирта (до 10...14 %) — сильного яда для бактерий (принцип алкоголеценоанабиоза). Часто оба вида брожения протекают параллельно. При достижении максимальной концентрации в продукте молочной кислоты или спирта прекращают свою жизнедеятельность и микроорганизмы, продуцирующие данные вещества.

Ацидоценоанабиоз. Метод широко распространен. На его основе силосуют зеленые корма, готовят и сохраняют молочно-кислые продукты, солено-квашеные овощи и мочено-квашеные плоды. В качестве сопутствующего брожения наблюдается и спиртовое.

Алкоголеценоанабиоз. В чистом виде используют в виноделии. Сбраживанием виноградного, плодового или ягодного соков (сусла) дрожжами получают натуральные столовые вина, содержащие до 9...14 объемных процентов спирта. При этом сохраняются все полезные свойства сока. Более крепкие вина (крепленые, в которые добавляют спирт) также проходят этап сбраживания сула.

Принцип абиоза. Как показывает название, данный принцип предусматривает отсутствие живых начал в продукте. При этом возможны разнообразные вариации. Либо весь продукт превращается в мертвую и стерильную органическую массу, либо в нем (или на его поверхности) уничтожаются определенные группы организмов, например микробы или насекомые. В связи с изложенным и применением различных способов уничтожения тех или иных организмов у принципа абиоза много модификаций. Основные из них перечислены ниже.

Термостерилизация (термоабиоз). Это обработка продуктов повышенной температурой. При нагревании продуктов до температуры 100 °С и выше все живое гибнет. Для разных продуктов, в зависимости от их физического состояния, химического состава и обсемененности микроорганизмами, необходимы и различные температурные воздействия. Наиболее распространенный способ термостерилизации — консервирование в герметической (жестяной или стеклянной) таре. Предварительно подготовленные продукты закладывают в банки, которые затем закатывают (герметизируют) и подвергают действию высоких температур. Так вырабатывают овощные, плодовые, мясные, рыбные, молочные и смешанные (например, мясо-овощные) консервы. Консервы стерилизуют в автоклавах, насыщенных паром при повышенном давлении, что обеспечивает получение температуры выше 100 °С. При наименьшей температуре (100 °С) стерилизуют плодовые консервы, при 112...120 °С — мясные и рыбные. Продолжительность нагрева зависит от природы продуктов, их консистенции, размера и материала банок и т. д. За единицу условной консервной банки принята жестяная банка вместимостью 353 мл. При производстве некоторой продукции (соки, пюре, маринады, сахарная продукция) условная банка равна 400 г.

Применяют и другие способы стерилизации. Так, используют токи высокой частоты (ВЧ) и ультравысокой частоты (УВЧ). Консервы в стеклянной таре помещают в поле УВЧ с длиной волны менее 10 м всего на 30...120 с. За данное время продукт нагревается до кипения, стерилизуется. Кратковременность стерилизации объясняется тем, что генерация тепла происходит внутри стерилизуемого материала. Правильно приготовленные консервы хранят длительное время без изменения пищевых и вкусовых достоинств.

Термостерилизацию проводят и при более низкой температуре. Если желательно сохранить продукт в свежем виде сравнительно короткое время, его нагревают 10...30 мин до температуры 65...85 °С. В результате гибнут все вегетативные клетки микробов, а в продукте не наблюдается изменений, происходящих при нагреве его до температуры 100 °С и выше. Прием получил наз-

вание пастеризации по имени Л. Пастера — основоположника методов промышленного консервирования продуктов на основе термостерилизации. Пастеризацию применяют в молочной промышленности, пивоварении, выработке некоторых консервов и т. д.

Химстерилизация (химабиоз). Продукты обрабатывают химическими средствами, чаще всего веществами, убивающими микроорганизмы (антисептиками) и насекомых (инсектицидами). Применение данных средств ограничено различными причинами, и прежде всего тем, что многие из химических соединений ядовиты для человека.

Для консервирования плодов, плодово-ягодных пюре, соков, безалкогольных напитков и некоторых кондитерских изделий применяют бензойно-натриевую соль. В больших количествах в плодоовощной промышленности используют сернистую кислоту (действующее начало SO_2). Свежие яблоки и виноград обрабатывают сернистым ангидридом. Обработку плодов и овощей соединениями серы называют **сульфитацией**.

Плоды и ягоды консервируют сорбиновой кислотой. Сорбаты тормозят развитие плесневой и дрожжевой микрофлоры. Добавление сорбатов при засолке капусты, огурцов и других овощей способствует получению готовой продукции, более устойчивой при хранении и лучшего качества.

Для консервирования зерна с повышенной влажностью, предназначенного на кормовые цели, с успехом используют препараты, содержащие серу (пиросульфит натрия), и препараты карбоновых кислот.

Химические средства применяют для уничтожения в пищевых продуктах насекомых. Зерно, муку и крупу обрабатывают препаратом 242 и др. Семена стерилизуют заблаговременно или перед посевом. Такая обработка защищает их во время хранения от активного развития плесневых грибов и другой микрофлоры. Химабиоз применяют для консервирования пушно-мехового и кожевенного сырья.

Химическими средствами в жидком, аэрозольном или парообразном состоянии дезинфицируют плодо- и овощехранилища и проводят дезинсекцию зернохранилищ. Химические соединения используют и для уничтожения опаснейших вредителей запасов — крыс и мышей. Газовое затравливание грызунов и применение отравленных приманок — широко распространенные мероприятия. Для химической стерилизации пригодны только вещества, разрешенные органами здравоохранения. При этом учитывают допустимые дозы иррадиации и соблюдают технику применения веществ.

К средствам химического абиоза относится **копчение** — самый древний способ химического консервирования продуктов. Его применяют для консервирования изделий из мяса и рыбных

продуктов. Дым, образующийся при сжигании древесины различных пород, — хороший антисептик. В нем содержатся фенолы и метиловые эфиры, альдегиды (муравьиный, фурфурол), кетоны (ацетон и др.), спирты (метиловый и др.), кислоты (уксусная, пропионовая, масляная, валерьяновая, муравьиная), смолы и другие соединения. Бактерицидное действие дыма очень велико. Бактерии, не образующие спор, погибают при копчении в течение 2...3 ч. Даже споры сенной (*Bac. subtilis*) палочки выдерживают копчение не более 8...10 ч. Стойкость копченых продуктов возрастает и вследствие их частичного обезвоживания. Особенно большой консервирующий эффект наблюдается при так называемом холодном копчении (20...40 °С), когда продукт находится в коптильной камере несколько дней.

Механическая стерилизация. Микроорганизмы удаляют из продукта фильтрованием или центрифугированием. Пропуская через обеспложивающие фильтры, задерживающие дрожжевые клетки плодово-ягодных соков, последние частично стерилизуют без нагревания.

Лучевая стерилизация. Новый прием абиоза, в основном направленный на уничтожение микроорганизмов или насекомых. Для этого применяют ультрафиолетовые, инфракрасные, рентгеновые и γ -лучи. Облучение скоропортящихся продуктов или окружающей их среды ультрафиолетовыми лучами позволяет некоторое время сохранять продукты без применения холода. Разработаны методы дезинсекции и дезинфекции некоторых продуктов облучением инфракрасными лучами. Хороший стерилизующий эффект без изменения вкусовых и пищевых достоинств продукта дают определенные дозы β - и γ -лучей. Созданы промышленные установки для лучевой стерилизации товарного зерна и других продуктов. Однако метод требует совершенствования.

Контрольные вопросы и задания. 1. Перечислите факторы, влияющие на сохранность сельскохозяйственных продуктов. 2. В чем сущность классификации принципов хранения продуктов по Я. Я. Никитинскому? 3. Назовите основные способы хранения продуктов, базирующиеся на принципах Я. Я. Никитинского.

Раздел II

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К КАЧЕСТВУ ЗЕРНА

Глава 4

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗЕРНА И СЕМЯН

§ 1. Классификация зерна и семян по химическому составу

Возможность и целесообразность использования плодов и семян различных культур на те или иные цели определяются прежде всего особенностями их химического состава. Существенную роль играют также анатомия и структура плода или семени. Любой плод (например, зерновка) и семя содержат органические соединения (белки, углеводы, липиды, пигменты, витамины, ферменты), минеральные вещества и воду (табл. 3).

Количество тех или иных веществ в зерне и семенах каждой культуры варьирует даже в пределах одного сорта, в зависимости от условий выращивания (климата, почвы, агротехники и др.). Однако при значительном колебании в наличии той или иной группы веществ сохраняются специфические особенности, свойственные семенам данного рода и вида. Например, зерно любого

3. Химический состав зерна и семян различных культур*

Продукт	Вода	Белки	Жиры	Углеводы (общие)	Клет- чатка	Золь- ность
Пшеница:						
мягкая озимая	14	11,2	2,1	68,7	2,4	1,7
» яровая	14	12,5	1,6	66,6	3,4	1,7
твердая	14	13,0	1,9	67,5	2,3	1,6
Рожь	14	9,9	1,6	70,9	2,9	1,7
Ячмень	14	11,5	2,0	65,8	4,3	2,4
Кукуруза	14	10,3	4,9	67,3	2,1	1,2
Овес	13,5	10,1	4,7	57,8	10,7	3,2
Рис	14	7,3	2,0	63,1	9,0	4,6
Прасо	13,5	11,2	3,8	60,7	7,9	2,9
Сорго	13,5	11,1	3,3	66,4	3,5	2,2
Гречиха	14	11,6	2,3	59,5	10,8	1,8
Горох	14	23	1,2	53,3	5,7	2,8
Фасоль	14	22,3	1,7	54,5	3,9	3,6
Чечевица	14	24,8	1,1	53,7	3,7	3
Соя	12	34,9	17,3	26,5	4,3	5
Подсолнечник	8	20,7	49,4	5	14	2,9
Рапс	12	22,3	37,5	18,3	5,3	4,6

* Из справочных таблиц химического состава пищевых продуктов.

сорта пшеницы содержит вещества, образующие клейковину.

По химическому составу зерновки и семена разделяют на три группы: богатые крахмалом; богатые белками; богатые жирами. К первой группе относят зерно злаковых культур и семена гречихи. Они содержат в пересчете на сухое вещество (% в среднем): углеводы — 70...80, основную часть которых составляет крахмал, белки — 10...16 и жир — 2...5. Во вторую группу входят семена бобовых культур, содержащие белков 25...30 и углеводов 60...65 % при малом количестве жира (2...4 %). Устойчивое повышенное наличие белков резко отличает их от злаковых с большим количеством крахмала. Третья группа объединяет масличные культуры, в семенах и плодах которых много жира (масла). Они содержат в среднем жиров 25...50 и белков 20...40 %. Семена и плоды, богатые жирами, встречаются у представителей различных семейств: бобовых (соя и арахис), капустных, астровых и др.

В связи с особенностями химического состава зерна и семян одни из них широко используют во многих отраслях народного хозяйства, у других более ограниченное, но не менее важное применение. При использовании зерна любой культуры учитывается и экономическая целесообразность.

На практике принято деление зерна на мукомольное, крупяное, фуражное (кормовое) и техническое. Для получения хлебопекарной муки почти исключительно используют пшеницу и рожь. Муку для макаронной промышленности вырабатывают главным образом из твердой пшеницы. Ячмень используют в мукомольной, крупяной, пивоваренной, солодовой и других отраслях промышленности; он служит и прекрасным кормом для животных. Из овса вырабатывают ценные крупы и толокно.

Ярко выраженные крупяные культуры — гречиха, просо, рис, горох, фасоль и чечевица. Семена масличных относят к техническим. Более универсальное использование характерно для кукурузы, ячменя и овса. Зерно кукурузы перерабатывают в муку, крупы, крахмал, глюкозу и патоку, применяют в консервной промышленности, на кормовые цели и т. д. Зерно и семена многих культур используют для производства комбикормов, а из некоторых вырабатывают ферментные препараты, антибиотики и др.

§ 2. Характеристика веществ, входящих в состав зерна и семян

Вода. В зерне и семенах всегда присутствует то или иное количество воды. Ее содержание зависит от культуры, ее анатомических особенностей, количества гидрофильных коллоидов, степени спелости, условий уборки, хранения и транспортирования урожая. С веществами зерна и его анатомическими структурами

вода связана различно. Наиболее распространенная классификация форм связи воды в материалах предложена академиком П. А. Ребиндером. В ее основу положен энергетический принцип. По классификации вода в различных материалах находится в следующих видах.

Химически связанная вода. Входит в состав молекул веществ в строго определенных соотношениях. Выделить такую воду можно только прокаливанием или химическим воздействием на зерно. При этом разрушается и структура веществ, входящих в зерно.

Физико-химически связанная вода. Входит в состав материала в различных, не строго определенных соотношениях. К данной форме связи относится адсорбционно связанная, осмотически поглощенная и структурная вода. Молекулы воды, сорбированные гидрофильными коллоидами, теряют свойства растворителя, не могут легко перемещаться и участвовать в химических реакциях. Поэтому воду, связанную физико-химически, называют **с в я з а н н о й**. В зерне, содержащем воду только в таком состоянии, физиологические процессы сведены к минимуму.

Механически связанная вода. Размещена в микро- и макрокапиллярах зерна. Она имеет все свойства воды и называется **с в о б о д н о й**. Такая вода легко удаляется при высушивании.

Воду, удаляемую из зерна при его достаточно интенсивном высушивании в целом или размолотом виде (при температуре 105 °С до постоянной массы или при более высокой температуре, например 130 °С, в течение определенного срока), называют **г и г р о с к о п и ч е с к о й**. Она включает всю свободную воду и почти всю физически связанную. Определяемая в лабораторных условиях влажность зерна характеризует количество находящейся в нем гигроскопической влаги.

Влажность зерна во время уборки и поступающего на хлебоприемные пункты варьирует в больших пределах. В различных климатических зонах нашей страны влажность партий зерна и семян разных культур колеблется от 7...9 до 25...30 %. При определении химического состава содержание веществ выражают на абсолютно сухое вещество или приводят к влажности 14...15 %, характерной для так называемого воздушно-сухого состояния зерна.

Минеральные вещества. В состав зерна или семян входят минеральные, или зольные, вещества. Наличие их устанавливают в результате полного сжигания измельченной навески зерна при температуре 600...900 °С.

В зерне содержатся фосфор, калий, магний, кальций, натрий, железо, кремний, сера и хлор. В ничтожно малых количествах —

марганец, цинк, никель, кобальт и др. Данные элементы входят в состав различных органических соединений или находятся в виде солей фосфорной (K_2HPO_4 , KH_2PO_4 , $CaHPO_4$ и т. д.) и других кислот. Около 85 % общего количества фосфора в зерне присутствует в органических соединениях: белках, жироподобных веществах и др. Поэтому название «минеральные вещества» до некоторой степени условно. Однако в товароведении зерна и отраслях промышленности, перерабатывающих зерно, применяют термин «зольность», то есть содержание золы в процентах массы сухого вещества зерна (табл. 4).

4. Содержание минеральных веществ (зольность) в зерне и семенах различных культур, % на абсолютно сухое вещество

Культура	Зольность	Культура	Зольность
Пшеница	1,6...2,3	Рис	4...6
Рожь	1,7...2,4	Горох	2,8...3,6
Кукуруза	1,2...1,9	Чечевица	2,4...3
Ячмень	2,4...3	Соя	4,5...5,6
Овес	2,8...3,6	Подсолнечник	3...4
Просо	2,09...5,5	Рапс	3,6...4,9

Зерно и вырабатываемые из него продукты — важнейший источник минеральных веществ для человека. Соотношение состава зольных веществ зерна и семян разных культур неодинаково. Например, в зерне проса и овса кремния в 20 раз больше, чем в зерне пшеницы, однако основную часть и в том, и в другом случаях составляют фосфор, калий и магний.

Потребляя печеный хлеб, человек получает в необходимых количествах магний, значительную часть фосфора, железа и калия. Особенно недостаточно в зерне кальция (табл. 5). Потребность организма в сутки составляет (мг): фосфора 1500...2000, кальция 800...1000, железа 15...17.

Наличие зольных элементов в зерне определяют следующим образом. Навеску, помещенную в тигель, сжигают в муфельных печах с применением ускорителей или без них (основной метод).

Азотистые вещества. Основную массу азотистых веществ в зерне и семенах составляют белки. Содержание небелковых азотистых веществ в нормальном созревшем зерне или семени не превышает 2...3 % общего количества азотистых веществ. Это главным образом свободные аминокислоты и амиды.

5. Содержание некоторых элементов (мг/100 г) в печеном хлебе

Хлеб из пшеничной муки	Фосфор	Кальций	Железо
Обойной	218	37	2,8
Первого сорта	83	26	1,6

Повышенное содержание небелковых азотистых веществ наблюдается в зерне и семенах, не закончивших процесс созревания, прорастающих или подвергавшихся самосогреванию. При порче зерна в результате активного развития микроорганизмов накапливается и аммиак. Из других азотистых веществ небелкового происхождения встречаются алкалоиды. Они присутствуют в семенах некоторых культурных растений, а также в семенах сорняков.

Белковые вещества зерна и семян состоят из простых белков (протеинов) и сложных (протеидов). Последних значительно меньше. В основном это липопротеиды и нуклеопротеиды (табл. 6).

6. Содержание (%) белков в зерне и семенах основных культур

Культура	Белки	Культура	Белки
Рис	7...10	Рожь	9...15
Кукуруза	10...12	Пшеница	12...16
Просо	10...13	Горох	22...26
Гречиха	10...14	Чечевица	23...30
Ячмень	10...15	Соя	34...42
Овес	11...14	Подсолнечник	14...21

Протеины представлены всеми основными группами: альбуминами, глобулинами, проламинами и глютелинами. Содержание белков данных групп в зерне и семенах различных культур значительно колеблется. Даже в пределах одной группы белки обладают неодинаковой биологической ценностью, так как характеризуются разнообразным аминокислотным составом. Этим и объясняется различная технологическая и пищевая ценность зерна и семян отдельных культур. Роль зерновых белков в питании населения разных стран колеблется весьма значительно — от 23 до 70 %.

А л ь б у м и н ы — полноценные белки, содержащие все незаменимые аминокислоты (валин, лизин, лейцин, изолейцин, метионин, треонин, триптофан и фенилаланин). Они присутствуют в зерне и семенах в ограниченных количествах. В качестве типичного белка данной группы можно назвать лейкозин пшеницы.

Г л о б у л и н ы — другая группа полноценных белков, представлена более широко. Их много в семенах масличных и бобовых культур, что и определяет высокую биологическую ценность последних. Примером служат глицинин сои, содержащий весь комплекс незаменимых аминокислот, фазеолин фасоли и др.

Белки злаковых характеризуются значительным количеством проламинанов, менее ценных по составу. В них мало лизина, треонина и триптофана. Среди белков группы хорошо изучены глиадин пшеницы и ржи, зеин кукурузы, гордеин ячменя, авенин овса и др. Однако и в пределах группы проламинов их биологическая и технологическая значимость различна.

Так, зеин кукурузы богат лейцином и изолейцином, содержит много фенилаланина и глутаминовой кислоты, но в нем очень мало лизина и треонина. В глиадине пшеницы немного лизина, больше треонина и еще больше триптофана, но он значительно беднее лейцином и изолейцином. Биологически ценным считается авенин овса.

Г л ю т е л и н ы также наиболее характерны для белков злаковых. Подобно проламинам, они менее ценны, чем альбумины и глобулины. Наибольшее значение имеют глютеин пшеницы, ржи и ячменя, оризенин риса.

Ценными по аминокислотному составу белков признаны семена бобовых, и среди них в первую очередь соя и фасоль. В зерне всех злаковых особенно дефицитны лизин и треонин. В биологическом отношении белки риса, ржи, овса, пшеницы, ячменя ценнее, чем белки кукурузы и проса. Белки пшеницы при замесе теста образуют упругий и пластичный гель — клейковину, обеспечивающую хорошую формоустойчивость пшеничного теста.

Определение аминокислотного состава белков значительно упрощено благодаря созданию специальных приборов-анализаторов. Количество белков в зерне устанавливают по методике, в основу которой положен принцип Кьельдаля. Однако распространены и микрометоды, а также методы, основанные на поглощении белком красителей, и др.

Углеводы. В зерне злаковых, семенах гречихи и бобовых, за исключением сои и арахиса, углеводы представлены главным образом полисахаридами, среди которых большую часть составляет крахмал. Семена масличных содержат меньше углеводов, в том числе и крахмала. Из других полисахаридов в семенах любых культур присутствуют клетчатка (целлюлоза), гемицеллюлозы и пентозаны. В зерне многих злаков находятся слизистые вещества.

В созревших и нормально хранящихся зерновках и семенах количество всех сахаров (моно- и дисахаридов) не превышает 2...7 %. Так, в зерне пшеницы глюкозы и фруктозы всего 0,11...0,37 %, сахарозы 1,93...3,67, сахаров типа мальтозы 0,63...0,64 %. Повышенное содержание сахаров свидетельствует об уборке незрелого зерна или об активных гидролитических процессах (вплоть до начала прорастания) при хранении. Очень много сахаров в проросшем зерне.

Количество клетчатки и гемицеллюлоз колеблется в больших пределах. Основные факторы, определяющие их содержание, — выполненность зерна и анатомические особенности его строения. Зерно и семена пленчатых культур всегда богаты клетчаткой, гемицеллюлозами и входящими в их группу пентозанами. При плохой выполненности зерна возрастает процент оболочек (по отношению к массе всего зерна). В связи с этим резко возрастает

7. Содержание углеводов в зерне и семенах различных культур, % на абсолютно сухое вещество

Культура	Крахмал	Клетчатка	Пентозаны
Пшеница	58...76	2,4...3,7	5,8...8,5
Рожь	57...63	2,2...3,6	9...11
Ячмень (с пленками)	56...66	4,3...6,3	9...12
Овес (с пленками)	50...60	11...18	12...14,5
Кукуруза	60...70	2,1...2,6	5,5...7
Рис (с пленками)	64...69	9...20	2...4
Горох	45...50	3,8...6	4,2...7
Соя	12...19	3,6...5,8	5,1...9,3

и наличие указанных углеводов. Изменения в составе углеводного комплекса отражаются и на количестве основного запасного вещества — крахмала (табл. 7).

Свойства крахмала зерна и семян разных культур существенно различаются. Это объясняется как формой и размером крахмальных зерен, так и их структурными особенностями. Размер крахмальных зерен составляет (мкм): ржи 40...50, ячменя и кукурузы 20...25, овса 3...10, риса 2...5. Содержание амилозы и амилопектина в крахмальном зерне колеблется в значительных пределах. Это отражается на сорбционных свойствах крахмала, его набухаемости, температуре клейстеризации, вязкости крахмального клейстера и т. д., предопределяет возможность использования крахмала на те или иные цели, влияет на качество вырабатываемых пищевых и технических продуктов.

В зерне и семенах некоторых культур находятся слизистые вещества, или гумми. Особенно много их в зерне ржи (2...5 %) и семенах льна. Полисахариды сильно поглощают воду, набухают и медленно растворяются в ней, образуя более вязкие растворы, чем желатин, крахмальный клейстер или белки. Пентозы составляют 60 % слизей. Большое количество слизей и пентоз (из группы гемицеллюлоз) влияет на физические свойства теста и хлеба из ржаной муки (тесто и мякиш у него более липкие: мякиш хлеба из ржаной муки более влажный, чем из пшеничной).

Из высокомолекулярных соединений углеводной природы в зерне и семенах в очень ограниченных количествах содержится и пектин (в виде протопектина). Стенки клеток в тканях зерна и семян состоят не только из клетчатки и гемицеллюлозы: в качестве инкрустирующего вещества в них находится и лигнин. Таким образом, количество, состав и свойства различных углеводов влияют не только на пищевую и кормовую ценность зерна и семян. Эти признаки играют важную роль при организации технологического процесса переработки сырья и определяют целесообразность использования его в той или иной отрасли промышленности. Для определения содержания крахмала используют

8. Содержание жира в зернах и семенах различных культур, % на абсолютно сухое вещество

Культура	Жир	Культура	Жир
Пшеница	1,7...2,3	Лен	30...40
Рожь	1,7...2,2	Конопля	30...38
Просо	3,5...6	Горчица, хлопчатник	25...30
Кукуруза	3,5...8	Ляллеманция	35...40
Рис	1,8...2,5	Рис	35...45
Горох	1,3...1,8	Арахис	45...50
Чечевица	1,7...2,3	Мак	40...55
Соя	15...25	Кунжут	48...60
Подсолнечник	25...58	Клещевина	50...70

поляриметрический метод (ГОСТ 10845—76). Для других углеводов применяют различные методы (хроматографические, колориметрические, спектрофотометрические и др.).

Липиды. Это запасные высокоэнергетические вещества, используемые семенами при дыхании в период хранения и при прорастании зародыша. Основную массу липидов составляют жиры (табл. 8).

Если в семенах мало жира, то его в качестве самостоятельного продукта выделяют редко. Лишь при переработке зерна (например, кукурузы и риса) в другие продукты с отделением зародыша из него извлекают масло для пищевых или технических целей. Все интересующие нас жиры растительного происхождения по консистенции жидкие*, так как состоят главным образом из непредельных кислот жирного ряда: олеиновой, линолевой и линоленовой соответственно с одной, двумя или тремя двойными связями. В зависимости от соотношения глицеридов названных кислот резко меняются свойства жира и возможности его использования. Поэтому растительные масла и семена, из которых их вырабатывают, классифицируют на следующие группы.

В ы с ы х а ю щ и е (подобно льняному). В них основную массу составляют глицериды, содержащие линолевую (50...60 %) и линоленовую (17...45 %) кислоты. По месту двойных связей указанных кислот легко присоединяется кислород, в результате чего жир превращается в твердый продукт. При нанесении таких масел тонким слоем образуется прочная окисленная пленка — линоксин. Масла этой группы используют для получения натуральной олифы и лаков, дающих устойчивые пленки-покрытия. Подобные масла получают из семян льна, конопли, периллы и ляллеманции.

* Среди растительных жиров имеются и твердые (масло какао, кокосовой пальмы и др.). Они состоят в основном из насыщенных (предельных) жирных кислот (пальмитиновой и др.).

Полувывсыхающие (подобно маковому). Данные масла состоят главным образом из глицеридов линолевой кислоты (40...57 %) и содержат непредельную кислоту с одной двойной связью — олеиновую (28...50 %). Значительное количество олеиновой кислоты и недостаток линоленовой уменьшают возможность окисления, поэтому такие масла называют полувывсыхающими. Их получают из семян подсолнечника, хлопчатника, сои, рыжика, сафлора, кукурузы, грецких и кедровых орехов. Присутствуя они в зерне пшеницы, ржи и других злаков.

Невысыхающие (подобно оливковому). Масла этой группы состоят главным образом из олеиновой (до 83 %) и эруковой кислот. Они не способны высыхать. Содержатся в семенах арахиса, горчицы, кунжута, рапса и сурепки. До получения минеральных масел невысыхающими смазывали движущиеся части машин.

Касторовое. Особое место занимает масло из клещевины, так называемое касторовое. Его основу составляет рицинолевая кислота — монооксикислота (85 %). У такого масла большая плотность (0,95...0,97), сильная и постоянная вязкость. Используют его на технические и медицинские цели.

Масло каждой группы и в пределах ее характеризуется определенными физическими и химическими показателями: плотностью, температурой застывания, кислотным и йодным числами, числом омыления и др. Отклонение некоторых показателей происходит главным образом в результате ранней уборки или плохого хранения семян. При уборке незрелых семян синтез жира не заканчивается и часть жирных кислот остается в свободном состоянии, не связанной с глицерином. Кислотное число жира в этом случае оказывается повышенным, а йодное число меньшим. При неправильном хранении (повышенной влажности семян, их прорастании, самосогревании, плесневении) жир интенсивно гидролизуются, что характеризуется увеличением кислотного числа. Это приводит к уменьшению выхода масла и снижению его сорта.

В состав растительных масел, кроме глицеридов, в небольших количествах входят и липоиды (фосфатиды и стеролы). Из них наиболее значимы фосфатид лецитин и различные фитостеролы. Физиологическая роль указанных соединений известна. Кроме того, лецитин применяют как эмульгатор в некоторых пищевых производствах (маргаринном, шоколадном и др.). Наибольшее количество лецитина находится в семенах сои, присутствует он и в зерновках злаковых.

Наряду с жирными маслами в зерне и семенах в очень малых или сравнительно больших количествах (до нескольких процентов, например, в семенах аниса и др.) содержатся эфирные масла, обладающие специфическим запахом. Наличие жира в

семенах определяют методом экстракции или рефрактометрически.

Пигменты. В зерне и семенах находятся четыре группы пигментов, придающих им ту или иную окраску: порфирины, каротиноиды, антоцианы, флавоноиды, а также пигменты, образующиеся при окислении веществ зерна.

Порфирины представлены хлорофиллом. Он характерен для зерен ржи, семян конопли и некоторых сортов чечевицы, сои, фасоли и гороха. Зеленая окраска зерна, например пшеницы, свидетельствует о его недозрелости.

Каротиноиды (каротин, ксантофилл и зеаксантин) распространены в покровных тканях зерна и семян, а также в эндосперме злаковых и семядолях бобовых.

Антоцианы — чаще синего и фиолетового цвета, содержатся в оболочках некоторых сортов бобовых (например, кормовых бобов и фасоли), кукурузы, ржи и масличных (подсолнечника и др.). Реже встречаются флавоны.

Меланоидины появляются при взаимодействии аминокислот с восстанавливающими сахарами. Эти вещества коричневого цвета различных оттенков образуются в зерне и семенах вследствие самосогревания, при котором наблюдается и гидролитический распад веществ (белков и крахмала). Пожелтение зерна многих культур при хранении рассматривают как существенный дефект их качества.

Витамины. Сухие созревшие зерновки и семена содержат ограниченный набор витаминов. В них отсутствует витамин С, появляющийся при проращивании зерна. Витамины группы А представлены только провитамином — каротином. Из других липовитаминных в зародышах зерновок и семян находится довольно много витамина Е (30 мг/100 г зародышей пшеницы) и значительно меньше витамина К.

Водорастворимые витамины представлены витаминами группы В (особенно В₁ и В₂) и РР (никотиновой кислотой), в ограниченном количестве присутствует витамин В₆. Большая часть витаминов группы В находится в покровных тканях зерновок и семян и часто удаляется вместе с ними при переработке.

Ферменты. Разнообразие органических субстратов в зерне и семенах предопределяет и наличие в них большого разнообразия ферментов. Хорошо известны такие гидролитические ферменты, как протеазы, α - и β -амилазы, липазы, ферменты расщепления и окислительно-восстановительные. Ассортимент и активность ферментов в зерне иногда связаны и с внесением их извне. Типичным примером служит введение в зерновку пшеницы клопами-черепашками вместе со слюной активных протеолитических ферментов и амилазы.

§ 3. Распределение веществ по составным частям зерна и семян

Вещества, входящие в состав зерна и семян, распределены по их анатомическим частям очень неравномерно. Это очень важно как при оценке качества товарных партий, так и при организации технологического процесса в различных отраслях промышленности. Наибольшее количество клетчатки, гемицеллюлоз, пентозанов и минеральных веществ всегда наблюдается в покровных тканях. Для зародышей характерно высокое количество белков, сахара и жира. Внутренняя часть зерновки (эндосперм) содержит практически весь крахмал зерна и основную массу белков. У семян масличных почти весь жир и большая часть белков находятся во внутренней части (семядолях или ядре). Распределение веществ по составным частям зерна на примере пшеницы хорошо иллюстрируют данные профессора Н. В. Роменского (табл. 9 и 10).

В пределах отдельных частей зерна и семян наблюдается своеобразное распределение веществ. Например, белки, образующие клейковину, размещены в эндосперме неравномерно: клейковины значительно больше в периферийных частях эндосперма, чем в центре (рис. 3). Наибольшее количество ее содержится

9. Химический состав различных частей зерна пшеницы, % на абсолютно сухое вещество

Зерно и его части	Весовое соотношение частей	Белки	Крахмал	Сахара	Клетчатка	Пентозаны	Жиры	Зольность
Целое зерно	100	16,06	63,07	4,32	2,76	8,1	2,24	2,18
Эндосперм	81,6	12,91	78,82	3,54	0,15	2,72	0,68	0,45
Зародыш	3,24	37,63	0	25,12	2,46	9,74	15,04	0,32
		(41,3)						
Оболочки с алейроновым слоем	15,48	28,75	0	4,18	16,2	35,65	7,78	10,51

10. Распределение веществ по составным частям зерна пшеницы*, % на абсолютно сухое вещество

Вещества	Эндосперм	Алейроновый слой	Оболочки	Зародыш
Крахмал	100	0	0	0
Белки	65	≈ 20	≈ 5	< 10
Жир	25	55	0	20
Клетчатка	< 5	15	75	≈ 5
Сахара	80	≈ 18,5	0	≈ 1,5

*В целом зерне все показатели равны 100.

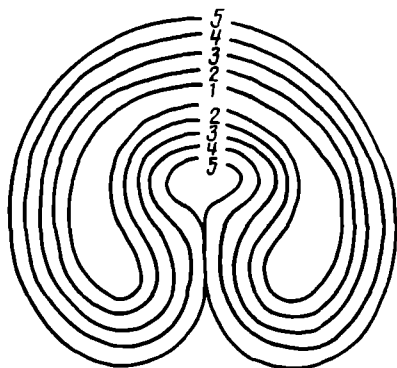


Рис. 3. Распределение клейковины по зонам эндосперма в зерне пшеницы: 1 — наименьшее; 5 — наибольшее.

в краевой части эндосперма, примыкающей к алейроновому слою. Отмечены и качественные различия в одной и той же группе веществ, находящихся в различных частях зерна. Так, жир эндосперма и зародыша существенно различается по жировым константам и обладает неодинаковой устойчивостью к прогорканию.

Особенности в распределении химических веществ используют при оценке качества и переработке зерна и семян. В недостаточно выполненном зерне (шуплом, с меньшим процентом эндосперма) значительно возрастает содержание клетчатки, пентозанов и зольных элементов, при этом резко уменьшается количество крахмала. Выход белой муки из такого зерна снижается, и качество ее может быть хуже. Неравномерное распределение белков в эндосперме позволяет получать из одного и того же зерна два вида муки, используемых на различные цели: богатую белками (так называемую обогащенную) и бедную белками, но с повышенным содержанием крахмала.

Контрольные вопросы и задания. 1. Как химический состав зерна и семян влияет на их использование в народном хозяйстве? 2. Назовите виды влаги в зерне и дайте их характеристику. 3. Зерна и семена каких культур считаются наиболее ценными в биологическом отношении? 4. Как распределяются вещества по составным частям зерна и как этот признак используют в технологических и пищевых целях?

**ОБЩИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПАРТИЙ ЗЕРНА
И СЕМЯН РАЗЛИЧНЫХ КУЛЬТУР
ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО, КОРМОВОГО
И ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**§ 1. Классификация показателей качества
и порядок проведения анализов**

Классификация показателей качества. Разностороннее использование партий зерна и семян различных культур вызывает необходимость выявления их достоинств с учетом требований каждой отрасли народного хозяйства. Это привело к разработке многочисленных показателей и методов оценки качества зерна и семян.

Значимость отдельных показателей неодинакова. Многие очень специфичны, и потребность их выявления необходима только для отдельных партий зерна той или иной культуры, используемых на строго определенные цели. Однако существуют и универсальные показатели, по которым получают представление об основах пищевой, кормовой и технической доброкачественности любой партии зерна. В зависимости от значимости показатели качества разделяют на три группы.

Обязательные для всех партий зерна и семян любой культуры, используемых на любые цели. Показатели данной группы определяют на всех этапах работы с зерном, начиная с формирования партий при уборке урожая. К ним относят: признаки свежести и зрелости зерна (внешний вид, запах и вкус), зараженность вредителями хлебных запасов, влажность и содержание примесей. Они включены в государственные стандарты, заготовительные (базисные и ограничительные) кондиции. С учетом названных показателей партии зерна подготавливают к продаже государству.

Обязательные при оценке партий зерна некоторых культур или партий зерна для определенного назначения. Примером нормируемых показателей зерна или семян некоторых культур служит натура пшеницы, ржи, ячменя и овса. В зерне, используемом для производства крупы, определяют крупность (по размерам), содержание ядра и цветковых пленок. У ячменя для пивоварения нормируют всхожесть и энергию прорастания зерна; эти показатели обязательны для ржи, овса и проса, используемых в спиртовом производстве (для приготовления солода).

Большую роль играют специфические показатели качества пшеницы (стекловидность, количество и качество сырой клейковины и др.), некоторые из них тоже входят в государственные

стандарты. Все показатели данной группы важны и для производителей зерна. Бывают случаи, когда из-за несоответствия одного показателя требованиям базисных кондиций хлебоприемные предприятия не выплачивают установленных надбавок к закупочной цене.

Дополнительные показатели качества. Их проверяют в зависимости от возникшей необходимости. Иногда определяют полный химический состав зерна или содержание в нем некоторых веществ (чаще всего белков, аминокислот или жира), выявляют особенности видового и численного состава микрофлоры, исследуют остаточное количество фумигантов в зерне после газации в целях дезинсекции, микотоксины, соли тяжелых металлов и др.

Все показатели, относимые к указанной группе, также учитывают. Определяют их чаще всего на предприятиях системы хлебопродуктов и других отраслей пищевой промышленности, в лабораториях Государственной инспекции по качеству сельскохозяйственных продуктов и сырья, технологических, ветеринарных и других лабораториях, находящихся в ведении сельскохозяйственных органов, и в специальных лабораториях системы здравоохранения.

Проведение анализов. Оценку каждой партии зерна или семян начинают с определения показателей, относимых к первой группе. Затем с учетом целевого назначения партии устанавливают показатели, свойственные данному роду и виду зерна или семян, предусмотренные государственным нормированием. Все остальные — по мере необходимости.

Масса средней пробы должна составлять 2 кг. Ее выделяют из объединенной пробы, образующейся из суммы точечных проб. Правила и техника отбора точечных проб, составления средней пробы, а также выделения навесок для анализов изложены в ГОСТ 13586.3—83. Для лучшей организации работ и большей достоверности полученных результатов последовательность в определении показателей также регламентирована стандартом.

Во время массовой продажи зерна государству оценку качества зерна и расчет за него на государственных хлебоприемных предприятиях проводят по среднесуточной пробе. Составление среднесуточной пробы допускают при достаточной однородности партий зерна как по сортовой принадлежности и органолептическим признакам, так и по влажности и зараженности, определяемым установленными методами. Ниже приведена характеристика обязательных показателей качества зерна.

§ 2. Признаки свежести

Внешний вид. Визуальный осмотр зерновок и семян в точечной пробе или анализируемой навеске дает представление о полноценности партий. Нормально вызревшие, не подвергшиеся в поле, на току или в хранилищах неблагоприятным воздействиям зерно и семена обладают свойственными им устойчивыми морфологическими признаками (формой, размерами, состоянием покровных тканей, окраской и т. д.). Зерну и семенам каждой культуры свойственны также определенные запахи и вкусы. Отклонение названных признаков свидетельствует об изменении внутренней природы и свойств данного вида сырья в худшую сторону, делает его неполноценным или непригодным к использованию. Вот почему эти признаки, определяемые органолептически (сенсорно), играют важную роль и входят в показатели государственного нормирования.

Состояние партии зерна по указанным признакам получило общее название свежести. За рубежом его часто заменяют термином «здоровье зерна». Данный признак изменяется по многим причинам. Основные из них: неблагоприятные условия в период формирования и созревания (захват суховеем, ранние заморозки, прорастание зерна в колосе и т. д.); действие на зерно насекомых-вредителей как в поле, так и в хранилищах; активное развитие фитопатогенных или сапрофитных микроорганизмов; неправильная обработка партий зерна (сушка, очистка, обеззараживание и т. д.). Например, захват зерна на корню морозом резко влияет на его внешний вид и технологические свойства. При рано наступивших заморозках нормальное формирование зерна прерывается. Получается так называемое морозобойное зерно.

Повреждающее действие мороза особенно сильно проявляется в фазе молочной спелости. Зерно получается щуплым, без блеска: тусклое, белесоватое или зеленое и морщинистое. Захваченное морозом в более поздних фазах спелости зерно бывает выполненным, обычных размеров и формы, однако и оно отличается от нормально созревшего белесоватостью и сетчатой поверхностью. Данные признаки свидетельствуют об отклонениях и в химическом составе зерновки. Под действием низких температур формирование зерна прерывается в ранних фазах спелости, прекращается поступление питательных веществ, не заканчивается образование высокомолекулярных соединений из более простых. Для такого зерна характерны уменьшенное содержание эндосперма, повышенное количество водорастворимых веществ и большая активность ферментов, в частности α -амилазы.

Захват на корню морозом сильно отражается и на клейковине. В этом случае она обладает пониженной водопоглотительной

способностью, плохой эластичностью, становится крошащейся и короткорвушейся. Хлеб из муки с такой клейковиной отличается меньшей пористостью, заминающимся мякишем и ухудшенными вкусовыми свойствами.

В таблице 11 приведены данные, характеризующие биохимические особенности морозобойного зерна, захваченного на корню морозом.

11. Биохимические особенности отдельных фракций морозобойного зерна пшеницы в сравнении с нормальным (по данным В. Л. Кретовича и Р. Р. Токаревой)

Зерно	Водорастворимые вещества, экстрагированные из муки, %	Клейковина, %		Осахаривающая активность амилаз, усл. ед.	Декстринирующая активность амилаз, усл. ед.
		сырая	сухая		
Нормальное	7,06	24,4	7,7	150	5
Морозобойное:					
без изменения цвета	7,70	22,2	7,2	181	5
с изменением цвета	7,80	20,5	7,1	191	10
щуплое	11,80	17,4	5,6	438	25

Особенно внимательно оценивают качество партии зерна при наличии наклюнувшихся и проросших зерен. Даже в начале прорастания наблюдаются повышенная активность амилолитических и протеолитических ферментов, большее содержание сахаров и других водорастворимых веществ. Все это снижает технологическую ценность партии зерна и ограничивает возможности его использования. Из проросшего зерна не удастся получить необходимых выходов муки, а из нее хлеба нормального качества; семена масличных характеризуются высоким кислотным числом жира и т. п.

Отклонения во внешнем виде зерна возможны в результате воздействия на него насекомых-вредителей в период созревания или при хранении, что также отражается на качестве. Так, при повреждении клопами-черепашками зерна пшеницы в колосе не только меняется его внешний вид (выполненность и окраска), но и снижаются биохимические свойства и хлебопекарные достоинства.

Особый вред клопы-черепашки наносят пшенице.

Зерно злаковых еще в колосе может быть изъедено гусеницами зерновой совки, скрыто заражено зерновой молью и рисовым долгоносиком, а семена бобовых культур — различными зерновками (гороховой, фасолевой, чечевичной и т. д.). При хранении

увеличивается вероятность как скрытого заражения (амбарным и рисовым долгоносиками), так и явного повреждения теми или иными вредителями хлебных запасов. По наличию изъеденных зерен, а иногда и по признакам скрытого заражения (обнаружение точек укуса и пробочек) также получают представление о качестве данной партии.

На изменение внешнего вида зерна, его цвет и блеск влияют микроорганизмы, активное развитие которых в полевых условиях или хранилищах нередко сопровождается деформацией зерна или семян, изменением их окраски, состояния покровных тканей, химического состава и технологических свойств. В результате развития некоторых бактериозов и микозов (фузариозы, гелиминтоспориозы и др.) зерно остается шуплым, сморщенным, с недостаточно развитым эндоспермом. Часто при этом изменяется и его цвет: появляются черные пятна (черный бактериоз), розовая окраска (образование конидий фузариума), чернеет зародыш (из-за развития гелиминтоспориума) и т. д.

Зерно пшеницы и ржи приобретает розовую окраску (так называемое розовоокрашенное зерно) оболочек чаще всего в районе зародыша в результате развития гриба, именуемого стерильный мицелий Ордина, в гифах которого образуются красные пигменты. Данный мицелий не относится к грибам рода фузариум.

Иногда зерно просто запачкано спорами грибов, если в партии присутствуют мешочки твердой головни. При разрушении мешочков споры прилипают к зерну и придают ему грязный вид. Темная окраска (вплоть до черной) у зерен с токсическими свойствами, приобретенными вследствие перезимовки на корню в поле.

При хранении зерна повышенной влажности на токах и в хранилищах могут развиваться многие представители сапрофитных микроорганизмов. В подобном случае на отдельных зернах находят колонии бактерий или плесневых грибов, в результате они утрачивают блеск, становятся пятнистыми (от потемневших участков поверхности или окрашенных в различные тона колоний плесневых грибов). Зерно темнеет и из-за самосогревания. Свойственные зерну или семени блеск и цвет утрачиваются и вследствие неправильной обработки партий зерна (сушка в зерносушилках, газация и т. д.). Зерно, потерявшее в разной степени (под влиянием неблагоприятных условий развития, уборки или хранения) естественный блеск и цвет, классифицируют как обесцвеченное.

Цвет зерна и семян определяют при рассеянном дневном свете, сравнивая образец с эталоном. Зерна с существенными отклонениями в цвете по изложенным выше причинам при анализе на содержание примесей относят как неполноценные к зерновой или сорной примеси. В связи с тем что у пленчатых культур

встречаются случаи порчи зерновки без заметного отклонения внешних признаков, разработаны методы определения содержания испорченных и поврежденных зерен (ГОСТ 13586.2—81).

Запах. Появление в партии зерна или семян запахов, несвойственных данной культуре, свидетельствует об отклонениях от нормы в результате неблагоприятных воздействий. Разнообразие запахов, обнаруживаемых в зерне, довольно велико. Их разделяют на две группы: сорбционного происхождения и запахи разложения.

Запахи первой группы приобретаются зерном и семенами вследствие их сорбционных свойств. В зависимости от природы сорбируемых паров и газов и влияния их на качество зерна различают: запахи эфирных масел, появляющиеся в результате контактов с семенами или частями эфирномасличных растений (полынь, кориандр, дикий чеснок и др.); приобретаемые во время обработки (например, вследствие неправильной тепловой сушки — «дымный», после фумигации и т. д.); посторонние, приобретаемые зерном при нарушении правил обращения (запах нефтепродуктов).

Запахи второй группы образуются в самой зерновой массе в результате протекающих в ней биологических процессов. Все они получили название запахов разложения, так как возникают вследствие образования продуктов распада тех или иных органических веществ. Типичные запахи данной группы: амбарный, солодовый, плесневый и затхлый. Амбарный возникает при длительном хранении зерна без перемещения, когда интенсивно проявляется анаэробное дыхание, сопровождающееся выделением этилового спирта и других продуктов. Он легко устраняется при проветривании, но сигнализирует о состоянии зерновой массы при хранении. Солодовый запах появляется при прорастании зерна. Плесневый — в результате развития на поверхности и внутри зерна плесневых грибов, затхлый — при более интенсивном развитии тех же плесеней и других микроорганизмов, сопровождающемся распадом тканей зерна. Запахи определяют сенсорно в целом или в размолотом зерне. Чтобы лучше распознать запахи, рекомендуется согреть около 100 г зерна. Для этого его держат в сетке над паром или помещают в колбу со шлифом и выдерживают 35...40 мин в водяной бане.

Вкус. Внешний вид и запах дают достаточное представление о свежести партии зерна. Вкус определяют, когда возникают сомнения, вызванные при определении запаха. Так, вкус проверяют, если зерно имеет солодовый или полынный запах. Вкус нормального зерна злаковых и гречихи, а также семян большинства бобовых культур выражен слабо. Чаще всего он бывает пресным, а у семян эфирномасличных культур пряным. Как отклонения от нормы различают появление сладкого, горького и кислого вкуса.

Титруемая кислотность. Дополнительным признаком, характеризующим свежесть зерна, определяемым лабораторным методом, служит титруемая кислотность. Ее выражают в градусах, числовое значение которых соответствует количеству миллилитров нормального раствора щелочи, пошедшей на нейтрализацию кислореагирующих веществ, содержащихся в 100 г продукта. Чем больше градус кислотности, тем, следовательно, в большей степени зерно подвергалось действию собственных ферментов или микроорганизмов, то есть оно несвежее. Повышенная кислотность и у недозрелого зерна. Градус кислотности нормального свежего зерна пшеницы 3...4, ржи 3...5. Зерно измельчают и определяют кислотность в мучной болтушке, водной, спиртовой или эфирной вытяжке. Стандартным для зерна принят метод по болтушке.

§ 3. Зараженность и поврежденность вредителями хлебных запасов

Более сотни видов насекомых и десятки видов клещей известны как вредители хлебных запасов. Потери массы и качества зерновых продуктов из-за этих вредителей настолько велики, что защита продуктов от уничтожения и порчи ими относится к мероприятиям государственной важности. Во всех странах, где существует нормирование качества зерна, показатель зараженности вредителями хлебных запасов обязателен.

В зерновой массе могут существовать различные виды насекомых и клещей. Многие из них развиваются только в хранилищах и не встречаются в природе. Некоторые обнаружены как в природе, так и в хранилищах, а отдельные представители их в хранилищах заканчивают цикл своего развития. Из нескольких десятков видов насекомых, распространенных в нашей стране, наибольшую опасность как по ареалу, так и по причиняемому ущербу представляют рисовый и амбарный долгоносики, малый мучной хрущак, притворяшка-вор, зерновой точильщик, рыжий мукоед, хлебная моль и мельничная огневка. Клещи — вредители хлебных запасов — менее опасны, чем насекомые.

По государственному нормированию партии зерна, зараженные насекомыми-вредителями, считают некондиционными. Наличие насекомых не допускают даже ограничительные кондиции (возможна лишь зараженность клещами). Хлебоприемные предприятия не принимают зерно, зараженное насекомыми-вредителями. Партии зерна, зараженные клещами, принимают со скидкой с закупочной цены.

Насекомые и клещи заражают зерно на токах, в хранилищах, при использовании транспортных средств, зерноочистительных машин, оборудования и тары. Своевременное обеззараживание

токов, уничтожение прошлогодних органических остатков, дезинсекция зернохранилищ, тары, мешков и транспортных средств перед уборкой нового урожая, как правило, исключают возможность заражения свежееубранного зерна. Зараженность выражают количеством экземпляров живых вредителей с 1 кг зерна. Мертвых — относят к сорной примеси и при определении зараженности не учитывают.

По наиболее распространенным вредителям установлены степени зараженности (по числу их в 1 кг зерна). Для клещей первая степень — 1...20 экземпляров включительно; вторая — свыше 20 экземпляров; третья степень — клещи в просеве образуют массу, напоминающую войлок (войлочные скопления). Для долгоносиков первая степень составляет до пяти экземпляров, вторая — шесть — десять, третья — более десяти экземпляров. Поврежденными вредителями считают зерна с выеденными частично или полностью зародышем или эндоспермом (у бобовых — семядолями).

В документах, характеризующих качество зерна, обязательно отмечают показатель зараженности. Если в навеске не найдены живые вредители, это положение фиксируют как «зараженность не обнаружена». Такую формулировку применяют потому, что анализируют только небольшую часть из большой партии зерна, в которой могут быть единичные экземпляры вредителей, не попавшие в точечные пробы. Кроме того, некоторые вредители (например, амбарный и рисовый долгоносики, гороховая зерновка и зерновая моль) могут характеризоваться скрытой формой заражения, так как фазы их развития проходят внутри зерна. Методы определения зараженности зерна и поврежденности его вредителями изложены в ГОСТ 13586.4—83 и пособии к практическим занятиям.

§ 4. Влажность зерна и семян

Под влажностью партии зерна или семян понимают содержание физико-химической и механической связанной с тканями зерна воды, удаляемой в стандартных условиях определения. Навеска зерна для установления влажности, выделенная из средней пробы, содержит и примеси, находящиеся в данной партии. Таким образом определяют среднюю влажность партии, а влажность примесей (особенно семян сорных растений) может резко отличаться от влажности зерна основной культуры. Наибольшую разницу обычно наблюдают в свежееубранном зерне.

Влажность как показатель качества зерна имеет двойное значение: экономическое и технологическое. В зерне ценятся сухие вещества, а не вода. Поэтому необходимо нормировать

содержание воды и проводить оплату за содержание сухих веществ.

В основу расчетов за зерно положена базисная норма влажности, отклонение от которой меняет оплачиваемую физическую массу доставленной партии зерна. Так, за каждый лишний процент влаги против базисной проводят скидку с физической массы (то есть процент за процент), а за каждый процент или часть его ниже базисной влажности делают соответствующую надбавку. Купленное государством зерно с повышенной влажностью должно быть высушено, иначе его нельзя переработать и даже сохранить. Поэтому, кроме натуральных скидок с физической массы, хлебоприемные предприятия для покрытия затрат взимают плату за сушку зерна и семян.

Технологическое значение влажности огромно. Зерновые культуры длительное время сохраняют с минимальными потерями, если они находятся в сухом состоянии (когда в них нет свободной воды). Для успешной переработки зерна нужна определенная влажность: для злаковых и бобовых — обычно в пределах 14...16 %, для масличных — ниже.

При большой влажности вообще нельзя выработать многие продукты, например успешно размолоть зерно в муку или превратить его в крупу, выделить масло из семян масличных культур и т. д. В стандартах зерно или семена подразделяют в зависимости от влажности на четыре состояния: сухое, средней сухости, влажное и сырое. Границы влажности зерна пшеницы, ржи, ячменя, риса и гречихи по указанным состояниям представлены ниже (%):

сухое		до 14	(включительно)
средней сухости	свыше 14	» 15,5	»
влажное	» 15,5	» 17	»
сырое	» 17		

Состояние семян масличных культур характеризуется меньшей (7...8 %) влажностью, семян некоторых бобовых — несколько большей. Установление четырех состояний в таких узких пределах (в данном случае 14...17 %, в других 14...18, 11...14,5 % и т. д.) обосновано главным образом формой связи влаги с зерном.

Сухое зерно хорошо сохраняется, его закладывают на хранение насыпью высотой более 30 м. Вода в таком зерне прочно связана с гидрофильными коллоидами, неподвижна и не участвует в реакциях обмена веществ. В связи с этим процессы жизнедеятельности в зерне (дыхание и т. д.) снижены, нет условий и для развития микроорганизмов. Такое зерно перед переработкой в муку увлажняют до 15,5...16 %.

Состояние средней сухости характеризуется тем, что в зерне

появляется небольшое количество свободной воды (особенно когда ее содержание достигает 15...15,5%). Уровень, при котором появляется свободная влага, называют критической влажностью. При такой влажности заметно возрастает интенсивность дыхания зерна и при известных условиях становится возможным активное развитие микроорганизмов.

Определяют влажность прямыми и косвенными методами. Прямые основаны на отгонке воды (дистилляции) из навески зерна, нагреваемой в специальных аппаратах (рис. 4), представляющих собой, в сущности, перегонные кубы. По объему отогнанной воды определяют ее содержание в зерне *II*. Последнее (50...100 г) помещают в минеральное масло *III* с высокой температурой кипения. Масло нагревают до температуры 180 °С, отогнанную воду собирают в приемник, в котором ее и замеряют, с небольшой поправкой на потерю воды в холодильнике 2 прибора.

Применяют косвенные методы определения влажности: по сухому остатку и электрические. У метода по сухому остатку, то есть когда количество воды устанавливают по разнице массы навески до и после высушивания (воздушно-тепловой) много модификаций. Они отличаются друг от друга временем и температурой нагрева навески целого или размолотого зерна, степенью его измельчения.

Наиболее точно высушивание до постоянной массы при температуре 105 °С. Однако метод очень длителен (5...6 ч) и непригоден для производства.

В связи с этим влажность определяют в размолотой навеске зерна, крупность частиц которой регламентирует стандарт. Однако и здесь встречаются трудности. Зерно и семена злаковых и бобовых при влажности более 17% плохо размалываются и

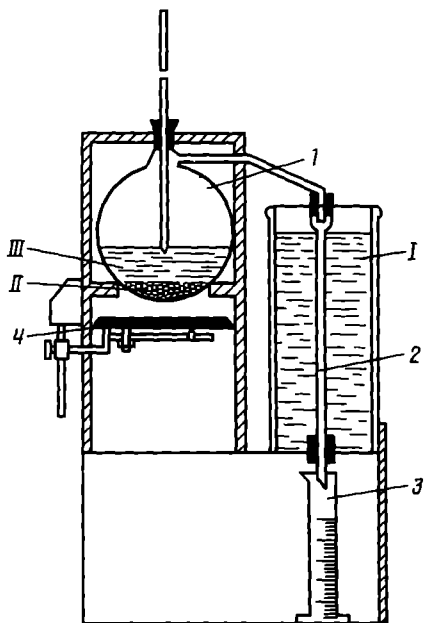


Рис. 4. Схема устройства аппаратов для определения влажности зерна дистилляционным методом:

1 — колба; 2 — холодильник; 3 — градуированная мензурка; 4 — подогреватель; I — водяная рубашка; II — навески зерна; III — масло.

в процессе размола теряют значительное количество воды. Зерно повышенной влажности высушивают в два приема: предварительно подсушивают при температуре 105 °С, затем досушивают размолотую навеску. Такой метод называют определением влажности зерна с предварительным подсушиванием.

Недопустимо и измельчение семян масличных культур, так как при этом теряется часть жира, а следовательно, искажается результат. Влажность масличных устанавливают высушиванием целых семян. Исключение составляют семена арахиса, клешевины и сои, влажность которых определяют, разрезая на части. При определении влажности початков кукурузы отдельно устанавливают влажность зерна и влажность стержня.

Стандартным методом определения влажности по сухому остатку служит высушивание навесок (5 г) размолотого зерна при температуре 130 °С в течение 60 мин. Сокращать срок высушивания в результате повышения температуры нельзя. Процент влажности вычисляют по формулам, приведенным в действующем стандарте на методы определения влажности. Зерно и семена сушат в различных сушильных шкафах. Самые совершенные из них — с электрическим обогревом и автоматическим регулированием температуры (рис. 5).

В нашей стране разработан образцовый (эталонный) метод определения влажности. Навески зерна помещают в специальные бюксы с размалывающим устройством и высушивают в вакууме. Метод используют для проверки достоверности результатов, получаемых при других методах, для градуирования приборов, например электровлагомеров.

Электрические методы основаны на том, что с изменением влажности зерновой массы меняются ее электропроводность и диэлектрическая проницаемость. При использовании влагомеров, действующих на принципе электропроводности, для получения более точных результатов навеску зерна спрессовывают до определенного объема.

Определение влажности, основанное на измерении ди-

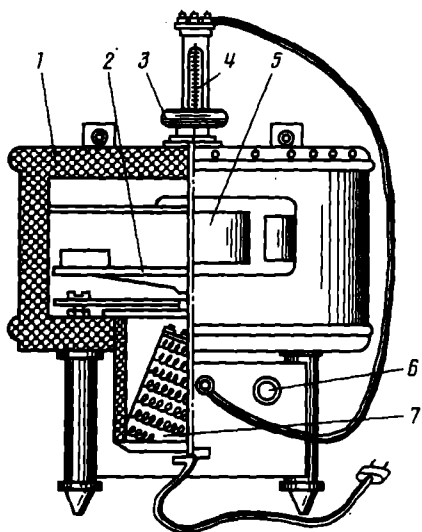


Рис. 5. Сушильный шкаф СЭШ-3М:
1 — корпус; 2 — поворотный стол; 3 — штурвал; 4 — контактный термометр;
5 — дверца; 6 — сигнальная лампа; 7 — электроподогреватель.

электрической проницаемости (емкости) — диэлектрическим методом, проводят в переменном электрическом поле высокой частоты.

Достоинство электрических методов — быстрота. Опытный лаборант, пользуясь приборами, определяет влажность навески зерна за 1...3 мин. Однако точность результатов зависит не только от настройки прибора и опытности работающего. На показания приборов существенно влияет равномерность распределения влаги в зерне и присутствие различных примесей в навеске. В связи с этим у нас в стране электровлагомеры используют для внутривладельческих нужд.

Детальное описание правил определения влажности различными методами приведены в ГОСТ 13586.5—85. Здесь лишь необходимо подчеркнуть, что тщательно работать надо с полным соблюдением методики, так как процент влажности устанавливают по небольшим навескам в двух повторностях.

§ 5. Засоренность (содержание примесей)

Количество примесей, выявленных в партии зерна продовольственного, кормового и технического назначения, выраженное в процентах ее массы, называют засоренностью. Состав и количество примесей в партиях зерна зависит от уровня агротехники (чистоты посевов), способов и техники уборки урожая, последующей обработки зерновых масс и правильности обращения с ними. Примеси бывают растительного, животного и минерального происхождения. Каждая из этих групп состоит из разнообразных объектов, неодинаково влияющих на возможность использования партии и качество вырабатываемых из нее продуктов. Вот почему необходимо знать состав примесей, классифицировать и нормировать их содержание по видам.

Примеси снижают ценность партии, поэтому их учитывают при расчетах на зерно. Многие примеси, особенно растительного происхождения (семена сорных растений, зеленые части растений и др.), в период уборки урожая и образования зерновой массы могут содержать значительно больше влаги, чем зерно основной культуры. В результате они способствуют нежелательному увеличению активности физиологических процессов. В засоренных партиях зерна значительно легче возникает и быстрее развивается процесс самосогревания. Наконец, присутствие примесей, и особенно некоторых (так называемых трудноотделимых), вызывает необходимость сложной и многоступенчатой очистки зерна перед его использованием. На очистку партий зерна от примесей требуются большие затраты энергии, рабочей силы, производственных площадей и целый комплекс зерноочистительных машин.

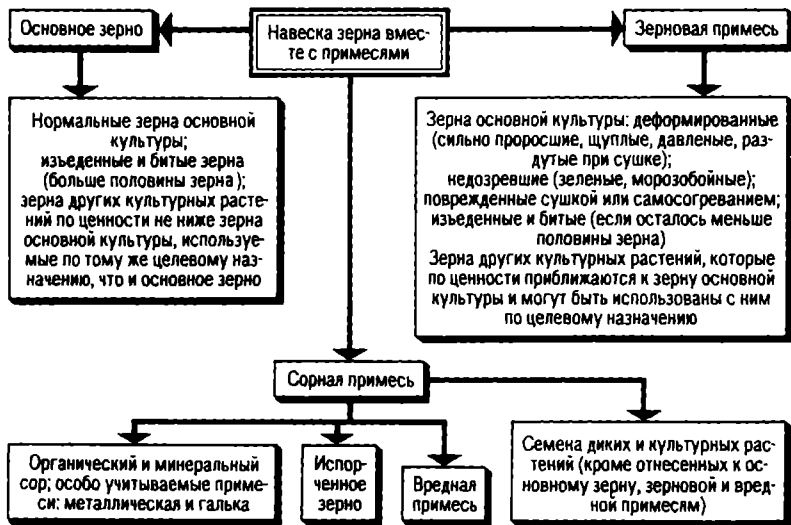


Рис. 6. Классификация примесей в партиях зерна продовольственного, технического и кормового назначения.

Основой классификации примесей в товарном зерне служит степень влияния данного вида примеси на выход и качество вырабатываемых продуктов, в кормовом зерне — влияние примеси на кормовую ценность. На основании изложенного, все, что из видимого невооруженным глазом находится в партии зерна, делят на три группы: основное зерно, зерновую примесь и сорную примесь. Обнаруженные живые вредители хлебных запасов выделяют в самостоятельный показатель — «зараженность».

Общее представление о классификации примесей дано в приведенной схеме (рис. 6). В партиях масличных культур термин «зерновая примесь» заменен термином «масличная примесь», в партиях эфирномасличных культур соответственно «эфирномасличная примесь». Подробное описание и классификация примесей приведены в действующих стандартах. Особое внимание уделяют составу вредной примеси, опасной для здоровья человека и животных.

Анализ на засоренность зерна очень трудоемок. В разных странах сделано много попыток его механизировать. Сконструировано довольно много приборов. Однако по тем или иным причинам они не нашли широкого применения.

§ 6. Базисные и ограничительные кондиции

Показатели заготовительных базисных и ограничительных кондиций на зерно пшеницы приведены в таблице 12. Нормы для пшеницы во многом типичны для партий зерна и семян других культур. Совершенно одинаковы требования по зараженности вредителями хлебных запасов, наличию запахов, содержанию сорной примеси (базис), в том числе вредной.

12. Базисные и ограничительные кондиции на зерно закупаемой пшеницы

Показатели качества	Кондиции	
	базисные	ограничительные
Влажность, %	14, 15, 17	17...19
Примесь*:		
сорная	1	5
зерновая	2 и 3	15
Натура, г/л	730...755	—
Запах	Нормальный	Допустимы сорбционные, кроме явно посторонних (керосина, бензина)
Зараженность вредителями хлебных запасов	Недопустима	Допускается только клещами

* Хлебоприемные предприятия принимают зерно пшеницы с вредной примесью в составе сорной. По совокупности всех видов примеси должно быть не более 1 % в том числе (% не более): спорыньи 0,5; горчачка розового, софоры лисохвостной, термопсиса ланцетовидного, вязеля и гелиотропа опушенноплодного 0,1; присутствие триходесмы седой недопустимо.

Существуют отклонения в нормах влажности и зерновой примеси. Даже для пшеницы содержание зерновой примеси различно: для яровой — 2, для озимой — 3 %. Влажность по базисным и ограничительным кондициям зависит от культуры, района производства зерна (южные, центральные, северные и восточные районы страны) и от места нахождения хлебоприемного предприятия (глубинное или магистральное). В базисных и ограничительных кондициях нет в качестве самостоятельных показателей вкуса и цвета, так как данные признаки отражены в целевых стандартах на зерно, а также при характеристике многих фракций зерновой и сорной примесей.

Контрольные вопросы и задания. 1. Как дифференцируются показатели качества зерна в зависимости от их эначимости и нормирования качества? 2. Охарактеризуйте признаки свежести зерна и отклонения его качества по этим признакам. 3. Перечислите признаки заражения зерна вредителями, их влияние на качество. 4. Как влажность влияет на качество зерна? 5. Дайте характеристику состава вредной примеси. Как ее компоненты влияют на качество зерна?

§ 1. Натура

Массу зерна в определенном объеме называют объемной, или натурой. В странах, где введена метрическая система мер, ее измеряют в граммах на литр или в килограммах на гектолитр. Это один из старейших показателей качества, определяемый в наши дни.

При помещении зерна пшеницы, ржи, ячменя и овса в любую емкость с соблюдением определенных правил, обеспечивающих достаточно стабильные условия засыпки, а следовательно, и плотность укладки, масса зерна в данном объеме и даже в пределах одной культуры может быть различной (табл. 13). Объясняется это главным образом тремя причинами: различной выполненностью зерна; неодинаковым количеством и составом примесей в зерновой массе; разной влажностью зерна. Чем хуже оно выполнено и чем больше в нем влаги и примесей, тем ниже натура зерна. Как влияет влажность на натуру зерна пшеницы видно из рисунка 7. Максимальная натура зерна ячменя и овса при влажности 15...16 %.

На натуру существенно влияют различные фракции сорной примеси. Легкие примеси (органические) заметно снижают ее, минеральные, наоборот, увеличивают (рис. 8). Однако в подавляющем большинстве примеси в целом уменьшают натуру зерна.

В засоренных партиях зерна с повышенной влажностью натура снижается и вследствие меньшей сыпучести зерновой массы, ее более рыхлой укладки в мерном стакане пурки. После очистки и сушки натура заметно возрастает, однако при плохой выполненности зерна все же остается пониженной.



Рис. 7. Влияние влажности на натуру зерна пшеницы.

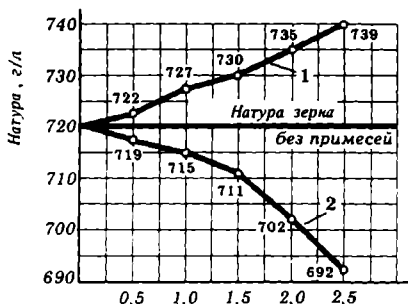


Рис. 8. Влияние примесей в партии зерна на его натуру:

1 — минеральной; 2 — органической.

13. Натура, г/л

Культура	Максимум и минимум	Наиболее часто встречающаяся	Культура	Минимум и максимум	Наиболее часто встречающаяся
Пшеница	700...810	730...785	Ячмень	530...680	570...650
Рожь	650...735	680...715	Овес	440...590	460...550

Выполненность зерна имеет большое технологическое значение и характеризует его пищевую ценность. В выполненном зерне содержится больше эндосперма (ядра). При неблагоприятных условиях формирования зерна масса оболочек возрастает, а содержание эндосперма уменьшается. Значительное увеличение оболочек приводит к уменьшению выхода ценной части продукции (муки, крупы, растительного масла и т. д.).

О выполненности зерна можно получить представление, определяя его плотность. Чем больше в зерне эндосперма, тем больше в нем углеводов и белков — веществ с максимальной плотностью. Плотность крахмала 1,5; белков 1,24...1,31; жира 0,9...0,98. При плотности зерна озимой пшеницы 1,374 плотность составляющих его анатомических частей следующая: эндосперма 1,472; зародыша 1,275; оболочек 1,106. Оболочки, несмотря на высокое содержание клетчатки, обладают меньшей плотностью, так как у них очень пористая структура. В связи с этим партии зерна с дефектными зернами, объединенным или деформированным эндоспермом (морозобойные, поврежденные клопами-черепашками и т. д.) также характеризуются пониженной плотностью. Из-за сравнительной сложности определения плотности зерна и семян этот признак при оценке качества не применяют.

При продаже государству зерна с натурой, выше предусмотренной базисными кондициями, хозяйства получают надбавку к закупочной цене в размере 0,1 % за каждые 10 г/л. В таком же размере проводят скидку за пониженную натуру по сравнению с базисом. Если влажность зерна пшеницы превышает базисную норму, то за каждый процент влажности свыше базисной натуру увеличивают (г/л): для яровой на 5, для озимой на 3.

Натуру определяют на специальных приборах — пурках (рис. 9). За все время применения этого показателя в разных странах создано 80 типов пурок. В мировой практике торговли зерном применяют пурку вместимостью 20 л. Каждая пурка снабжена весовым устройством (весами того или иного вида), разновесом 8 и мерным стаканом 1, в который насыпают зерно.

Другие приспособления предназначены для создания сравнительно стабильных условий засыпки и плотности укладки зерна в мерном стакане. В партиях зерна многих культур (кукурузы, про-

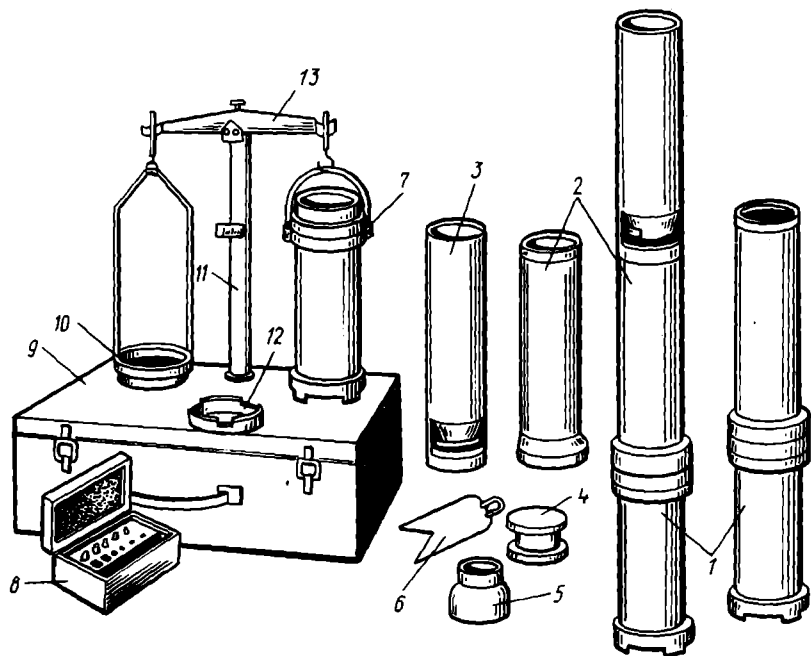


Рис. 9. Литровая мерка для определения натуры зерна:

1 — мерный стакан; 2 — цилиндр-наполнитель; 3 — цилиндр с воронкой; 4 — падающий груз; 5 — воронка; 6 — нож; 7 — щель в мерке для ножа; 8 — разновес; 9 — футляр; 10 — чашка для гирь; 11 — штатив для весов; 12 — гнездо для укрепления мерки; 13 — коромысло весов.

са, гречихи, риса, гороха и др.) натуру не определяют, так как она недостаточно коррелирует с выполненностью.

Показатели объемной массы используют для примерного расчета потребной вместимости силосов и складов или для приблизительного определения физической массы хранимой партии зерна.

Для высоконатурного зерна, по сравнению с низконатурным, требуется меньшая емкость. Объем зерновой насыпи пшеницы и овса массой 100 т при объемной массе соответственно 0,75 и 0,45 т/м³ составляет $100:0,75 = 133 \text{ м}^3$; $100:0,45 = 222 \text{ м}^3$. Следовательно, для хранения партии овса потребуется большая складская вместимость. Определив объем зерновой насыпи в складе или силосе и зная ее натуру, получают представление и о массе хранимой партии.

§ 2. Крупность и выравненность

Данные показатели, известные в оценке посевных качеств зерна и семян, играют важную роль и при характеристике их технологических свойств. Под выравненностью понимают однородность партии зерна по его крупности. Если в партии зерно в основном одинаковое по размерам, то ее считают выравненной.

Причины, приводящие к неоднородности зерна в партии по крупности и выполненности, общеизвестны: особенности формирования зерна в колосе, кисти и метелке, расположение соцветий на растении, агротехника, климатические особенности года и многое другое. Выравненные партии зерна получают после сепарирования (сортирования) на зерноочистительных или специальных сортирующих машинах. При переработке выравненного зерна выход продуктов и качество их будут выше. Однородные по крупности семена бобовых культур развариваются более одновременно. При хорошей выравненности зерна выше качество солода.

Мелкое зерно менее ценно. При очистке оно уходит вместе с мелкими примесями в отходы и тем снижает выход продуктов. Извлекать такое зерно из отходов очень трудно. В мелком зерне процент оболочек к его массе больше, чем у крупных зерен. Подобное зерно плохо обрушивается и, попадая в продукты переработки, снижает их качество. Обычно мелкое зерно используют на корм скоту и птице или направляют в комбикормовую промышленность.

В зависимости от влияния крупности зерна на те или иные технологические качества нормируют данный признак в партиях зерна различных культур неодинаково. У крупяных культур мелкие зерна относят к сорной примеси (проход через сито с определенными ячейками). Строго нормируют выравненность и количество мелких зерен в ячмене, предназначенном для пивоварения, крупяного, мукомольного и спиртового производства, а также в зерне овса крупяного направления, семенах бобовых культур и др.

Выравненность зерен и семян в зависимости от культуры и целевого назначения определяют просеиванием навески через набор сит с различными размерами и формой ячеек. Величина навески, номера сит и продолжительность просеивания приведены в ГОСТ 13586.2—81.

§ 3. Пленчатость и содержание ядра

Общий выход крупы и ее отдельных сортов при переработке зерна пленчатых культур прежде всего зависит от процент-

ного содержания чистого ядра и пленок. Поэтому в стандартах на зерно крупяных культур указано минимально допустимое для кондиционного зерна содержание ядра (%): для овса не менее 62, гречихи 71, проса и риса 74.

Содержание ядра, выражаемое в процентах и определяемое в данной партии, не является арифметической разницей. Это объясняется тем, что пленчатость определяют в чистом зерне основной культуры, то есть без учета сорной и зерновой примесей в партии и навеске.

Для определения пленчатости проса, риса, овса и гречихи берут целые, покрытые пленками зерна и освобождают каждое из них. Массовая доля оболочек к массе необрушенного зерна, выраженная в процентах, и составляет величину пленчатости. Для установления возможного выхода крупы учитывают общую массу партии, в которую входят и зерна основной культуры, относимые к зерновой и сорной примесям. Поэтому содержание чистого ядра в зерне вычисляют по специальным формулам, приведенным в стандартах.

Пленчатость зерна риса, проса, гречихи и овса определяют в соответствии с ГОСТ 10843—76. Ее устанавливают при помощи фарфоровой ступки и пестика или приборов ГДФ, оборудованных шелушильным и пневматическим устройством. Пленчатость ячменя для производственных целей пока не определяют, потому что необходимо растворять вещества, склеивающие цветковые пленки с ядром. Показатели пленчатости зерна различных культур приведены в таблице 14. Значительные колебания указанных данных в пределах одной культуры связаны с сортовыми особенностями зерна и различной выполненностью.

Своеобразной «пленчатостью» и различным содержанием ядра обладает семянка подсолнечника. Грубую и прочную плодую оболочку семянки называют лузгой, ее количество в процентах массы семени лузжистостью. У семян масличного подсолнечника она достигает 27...39, у грязового 65 %. От лузжистости наряду с масличностью ядра зависит выход масла из каждой перерабатываемой партии.

14. Пленчатость зерна различных культур, %

Культура	Пределы		Культура	Пределы	
	минимум и максимум	наиболее часто встречающиеся		минимум и максимум	наиболее часто встречающиеся
Просо	12...25	15...19	Рис	15...24	17...20
Овес	20...42	24...32	Ячмень	9...16	10...13
Гречиха	17...26	19...22			

§ 4. Консистенция эндосперма

На технологическую, а иногда и на пищевую ценность зерна некоторых культур влияет консистенция эндосперма. Например, такие изделия из кукурузы, как взорванные зерна, кукурузные палочки и т. д., получаются наилучшими только из зерна кукурузы со стекловидным (роговидным) эндоспермом.

Качество вареного риса (каши, гарнира и т. д.) также во многом зависит от сырья, из которого получена крупа. Зерно риса стекловидной консистенции более прочное, при переработке дает большой выход крупы в виде целого зерна, при варке такой крупы зерна сохраняются в целом виде. Зерна с мучнистой консистенцией эндосперма более хрупкие и ломкие, в каше они развариваются и распадаются. Такие зерна снижают выход крупы лучших сортов. Консистенция эндосперма зерна ржи, ячменя и проса также служит технологическим признаком.

Особую роль играет консистенция эндосперма зерна пшеницы. По внешнему виду стекловидные зерна отличаются однородной просвечивающей структурой, напоминающей воск. Консистенция эндосперма обусловлена формой связи белковых веществ с крахмальными зёрнами. В стекловидном эндосперме значительная часть белка тесно связана с крахмальными зёрнами, образуя широкие прослойки так называемого прикреплённого белка, не отделяющегося от них при интенсивной механической обработке. Другая часть белка при размолё отделяется. Этот белок называют промежуточным. В зерне с мучнистым эндоспермом слой прикреплённого белка очень тонок, а промежуточного белка больше, чем в стекловидном. Таким образом, зерно со стекловидным эндоспермом обладает большей механической прочностью, что позволяет лучше организовать процесс его переработки в крупу и муку.

При измельчении на мукомольных заводах сортового помола стекловидное зерно превращается в крупки, которые перед дальнейшим размолом лучше сортируются по добротности. Благодаря этому получают большие выходы лучших сортов муки (крупчатки, высшего и первого сортов), состоящих практически из центральной части эндосперма. Цвет муки из стекловидного зерна — белый с кремовым оттенком, из мучнистого — белый с синеватым оттенком. В высокостекловидной пшенице обычно больше белков, образующих клейковину хорошего качества. Благодаря этому улучшаются и хлебопекарные свойства муки.

Консистенция зерна твердой пшеницы, как правило, стекловидная, а мягкой различная, что зависит от сорта, географических и почвенных факторов, агротехники и т. д. Поэтому стекловидность зерна мягкой пшеницы варьирует в широких пределах — от 20...30 до 90...100 %. Консистенция эндосперма в преде-

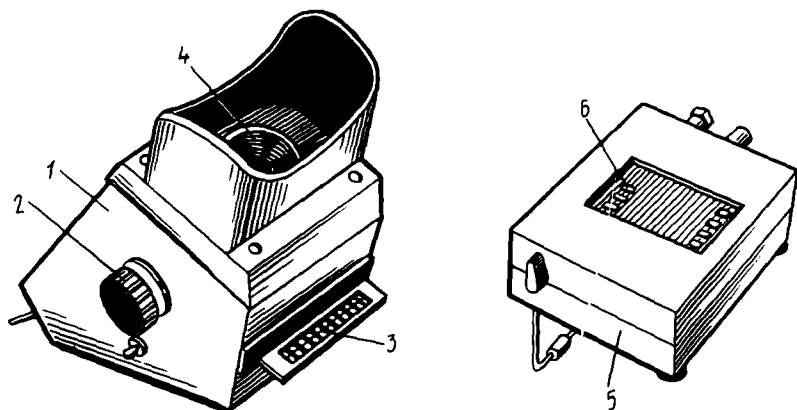


Рис. 10. Диафаноскоп ДЗС-2:

1 — корпус; 2 — ручка протягивающего устройства; 3 — кассеты с ячейками для зерна; 4 — окуляр; 5 — счетчик; 6 — табло.

лах одной зерновки бывает различной: стекловидной, частично стекловидной или мучнистой. Стекловидными считают зерна плотной структуры с полностью стекловидным эндоспермом в разрезе и полностью просвечиваемые на специальном устройстве. Мучнистыми — зерна рыхлой структуры и полностью мучнистым эндоспермом, непросвечиваемом на специальном устройстве. Частично стекловидными — зерна с частично стекловидной и частично мучнистой структурой эндосперма.

Стекловидность зерна пшеницы определяют на хлебоприемных предприятиях, при подготовке товарных партий для переработки и экспорта, а также на мукомольных заводах. Определяют стекловидность, руководствуясь ГОСТ 10987—76. Ее выявляют внешним осмотром, просвечиванием или разрезанием зерна. Точнее и удобнее определять ее, пользуясь диафаноскопом ДЗС-3 (рис. 10). Сто зерен, разложенных в гнезда перемещающейся кассеты, просматривают в проходящем свете и подсчитывают при помощи счетчика, входящего в комплект прибора. Общую стекловидность зерна выражают суммой процента стекловидных зерен и половины процента частично стекловидных.

Разработан еще один показатель, характеризующий структурно-механические свойства зерна — твердозерность. Это степень сопротивления зерна разрушающим усилиям в процессе дробления.

§ 5. Энергия прорастания и способность прорастания

Жизнеспособное зерно — более ценное биологическое сырье даже для производства таких продуктов, как мука и печеный хлеб. Однако показатели энергии прорастания и способности прорастания нормируют только в партиях, предназначенных для получения солода. Под показателем энергии прорастания понимают процент зерен, проросших за 3 сут, под показателем способности прорастания — процент зерен, проросших за 5 сут. Данный признак учитывают при продаже государству партий пивоваренного ячменя. Стандартом предусмотрено, что показатель способности прорастания должен быть не менее 95 %.

Высокие требования по всхожести предъявляют и к зерну, используемому в спиртовой промышленности. Выход спирта зависит не только от содержания в зерне углеводов (крахмала и сахаров), но и от степени гидролиза крахмала и превращения его в сахар. С этой целью зерно на заводах проращивают и превращают в солод, содержащий много сахаров и активную амилазу, обеспечивающую дальнейший ферментативный распад крахмала. Способность прорастания зерна ржи, ячменя и проса не менее 92, овса не менее 90 %. Методы определения энергии прорастания и способности прорастания изложены в ГОСТ 10968—88.

Контрольные вопросы и задания. 1. Какие факторы влияют на натуру зерна? 2. Охарактеризуйте структуру эндосперма зерна различных культур. В чем заключается технологическое значение стекловидности и твердозерности? 3. Дайте характеристику признаков пленчатости и лузжистости.

Глава 7

МУКОМОЛЬНАЯ И ХЛЕБОПЕКАРНАЯ ОЦЕНКА ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ И РЖИ

§ 1. Хлебопекарные свойства зерна

Особое значение в оценке качества зерна пшеницы и ржи имеют признаки, определяющие их мукомольные и, что еще важнее, хлебопекарные свойства. Качество печеного хлеба характеризуется не только питательностью и усвояемостью. Потребитель обращает внимание на внешний вид хлеба (форму, состояние корок, их окраску, наличие трещин и т. д.), разрыхленность и структуру мякиша (пористость), его вкус и аромат. Перечисленные признаки отражены в государственных стандартах на печеный хлеб.

Качество печеного хлеба во многом зависит от состава компонентов, вводимых в тесто (рецептуры), организации технологи-

ческого процесса на хлебопекарном предприятии и др. Однако на качество хлеба существенно влияют потенциальные хлебопекарные свойства зерна: его сортовые особенности, условия выращивания, обработки и хранения. Только в результате двух первых причин большая часть зерна пшеницы характеризуется посредственными хлебопекарными качествами, некоторая — хорошими и меньшая — высокими. Получение хорошо и равномерно разрыхленного мякиша хлеба и большой объем его прежде всего определяются способностью теста при брожении и расстойке удерживать диоксид углерода, выделяемый дрожжами.

Газоудерживающая способность теста бывает различной и зависит главным образом от количества и свойств клейковины. При хорошей клейковине и достаточном ее количестве тесто даже в конечный период приготовления (брожения и расстойки в сформированном виде) очень пластично и хорошо удерживает диоксид углерода. Поэтому объемный выход хлеба в пересчете на 100 г муки достигает 400...500 мл и более. При плохом газоудерживающем свойстве теста объемный выход хлеба составляет 250...300 мл.

На величину объемного выхода хлеба влияет и газообразующая способность теста, то есть способность образования в нем диоксида углерода. При использовании хороших дрожжей она зависит от количества сахаров в муке и амилолитической активности. В тесте, приготовленном из муки, содержащей мало сахара и обладающей низкой активностью β -амилазы, дрожжи испытывают голодание и выделяют значительно меньше диоксида углерода. Однако газообразующую способность теста можно легко повысить введением в него небольшого количества сахаров (мальтозы или сахарозы). Поэтому решающие факторы — газоудерживающая способность и формоустойчивость теста.

§ 2. Состав и свойства клейковины

Клейковиной называют комплекс белковых веществ зерна, способных при набухании в воде образовывать связную эластичную массу. Ее выделяют из теста отмытием водорастворимых веществ, крахмала и клетчатки.

Состав и свойства клейковины, многие факторы, влияющие на ее качество, хорошо известны. Однако процесс формирования клейковины из белковых веществ муки при соединении их с водой в процессе замеса теста, его набухания и брожения, а также причины различий некоторых ее свойств полностью не раскрыты. Более подробные сведения о химическом составе и структуре клейковины можно найти в специальных работах.

Клейковину, отмытую из кусочка теста, называют сырой. В ней содержится до 70 % воды, которая входит в состав набухшего

(гидратированного) студня. При пересчете на сухое вещество 82... 88 % клейковины составляют белки. В ней также присутствуют (%): крахмал — 6...16; жир — 2...2,8; небелковые азотистые вещества — 3...5; сахар — 1...2; минеральные соединения — 0,9...2. Все они входят в студень клейковины и остаются даже при самом тщательном отмывании. Основную массу белков клейковины составляют глиадин и глютенин. Неравномерное распределение веществ в зерне отражается как на количестве, так и на содержании компонентов в клейковине (табл. 15).

Содержание сырой клейковины в зерне пшеницы колеблется от 7 до 50 %. Высококлейковинными пшеницами считают такие, в которых сырой клейковины более 28 %. Ее количество определяют отмыванием теста, замешенного из муки (25 г) или шрота (зерна, размолотого до состояния, близкого к муке). Тесто после замеса до отмывания клейковины должно пройти отлежку в течение 20 мин. Это необходимо для лучшего набухания белков и образования устойчивого студня клейковины. Результат отмывания во многом зависит и от состава воды, ее жесткости и наличия других элементов, температуры (18 ± 2 °С). Для данной цели разработан прибор — стабилизатор воды. Необходимо соблюдать правила отмывания. Особенно важно осторожно отмывать тесто в начале работы, чтобы не потерять часть клейковины.

Клейковину отмывают вручную или механизированным способом при помощи прибора «Тэби».

15. Содержание (%) и химический состав клейковины пшеничной муки разных выходов (по данным В. С. Смирнова)

Показатели	Выход муки	
	30 %-й	96 %-й
Белок	16,85	18,28
Клейковина:		
сухая	9,12	14,4
сырая	29,6	36
Состав сухой клейковины:		
зольные элементы	0,92	2
общий белок	88,4	86,53
В том числе:		
глиадин	50,2	43,02
глютенин	34,85	39,1
другие азотистые вещества	3,35	4,41
Жир	2,12	2,8
Сахар	1,2	2,13
Крахмал	6,72	6,45

Однако применение этого прибора не дает достаточной точности при отмывании клейковины с различными качествами. Кроме того, после него требуется домывка вручную. Внедрены прибор МОК-1, тестомесилка ТЛ-1-75, в которой колобок теста замешивается за 35 с (рис. 11), дозатор ДВЛ-3 воды (рис. 12), приспособление VI УФК для формовки клейковины и стабилизатор VI ЕСТ температуры воды. Качество клейковины характеризуется ее физическими свойствами: упругостью, растяжимостью, эластичностью и способностью к набуханию. У п р у г о с т ь — свойство клейковины возвращаться в исходное положение после снятия деформирующих усилий.

Для определения физических свойств клейковины разработаны специальные приборы: пластометр АВ-1, пенетрометр и др. Более совершенен измеритель ИДК-1 деформации клейковины (рис. 13). Деформирующую нагрузку в этом приборе создает давление груза (120 г), свободно падающего на шарик клейковины (4 г) и сжимающего его в течение 30 с.

Результаты измерения упругости клейковины отмечены в условных единицах на шкале прибора. Чем больше упругость испытуемого шарика клейковины, тем меньше он сжимается и тем меньшая

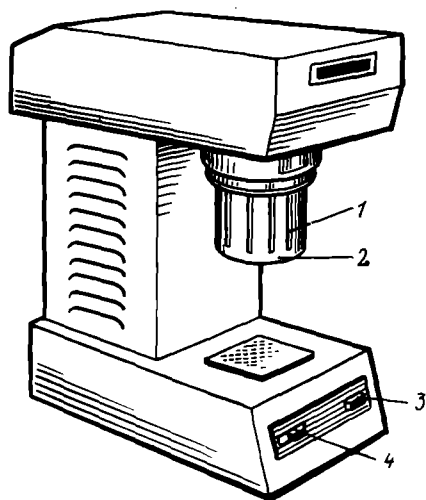


Рис. 11. Лабораторная тестомесилка ТЛ-1:
1 — пальцы вращающейся головки; 2 — дежа; 3 — пусковая кнопка; 4 — тумблер.

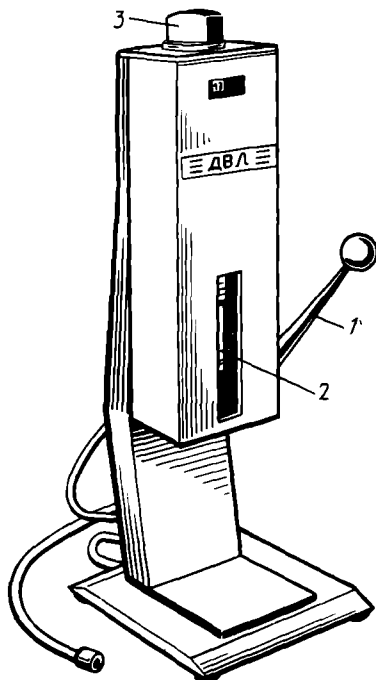


Рис. 12. Дозатор воды ДВЛ-3:
1 — ручка привода; 2 — шприц; 3 — переключатель доз воды.

величина зафиксирована на шкале прибора. При плохой упругости показатели максимальные (табл. 16).

Клейковина первой группы дает возможность получить хлеб с хорошей формоустойчивостью, достаточно разрыхленный, с большим объемным выходом, равномерной и тонкостенной пористостью. Клейковина второй группы при достаточном ее содержании обычно обладает меньшей газодерживающей способностью, что определяет получение хлеба с меньшим объемным выходом, но в большинстве случаев доброкачественного. Из зерна (муки) с клейковиной третьей группы выпекают низкопористый, плохо разрыхленный хлеб, с малым объемным выходом, не отвечающий требованиям стандарта по внешним признакам.

При отсутствии прибора ИДК-1 упругость клейковины определяют органолептически. Для этого шарик клейковины сдавливают и по скорости восстановления первоначальной формы судят о ее упругости. Если после снятия деформирующих усилий клейковина достаточно быстро восстанавливает исходную форму, то она обладает хорошей упругостью. Не восстанавливающую после деформации клейковину считают неудовлетворительной. Как избыточная, так и недостаточная упругость нежелательны.

Способность клейковины растягиваться в длину называют растяжимостью. Клейковину растягивают до разрыва с таким расчетом, чтобы весь процесс продолжался до 10 с. В момент разрыва клейковины отмечают длину (в сантиметрах), на которую она растянулась. Клейковина с короткой растяжимостью

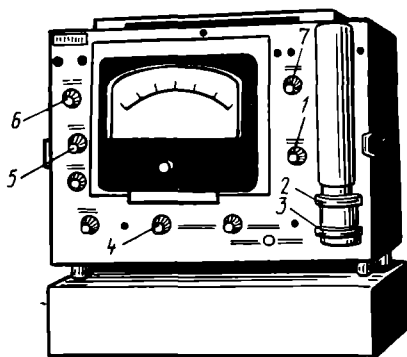


Рис. 13. Прибор ИДК-1:

1 — тумблер включения; 2 — падающий груз; 3 — столик для шарика клейковины; 4 — «калибрование» стрелки амперметра; 5 — кнопка «Пуск»; 6 — лампочка «Отсчет»; 7 — лампочка «Сеть».

16. Характеристика клейковины зерна пшеницы на шкале прибора ИДК-1

Показатель шкалы	Характеристика клейковины	Группа качества клейковины
0...15	Неудовлетворительная крепкая	III
20...40	Удовлетворительная крепкая	II
45...75	Хорошая	I
80...100	Удовлетворительная слабая	II
105...120	Неудовлетворительная слабая	III

обычно не обеспечивает хорошей разрыхленности теста, как и сильно растягивающаяся (сильно провисающая и разрывающаяся на весу под собственной тяжестью). Упругость и растяжимость дают представление об эластичности клейковины.

Способность сухих веществ, образующих клейковину, к набуханию (при образовании теста) различна. Водопоглотительная способность (гидратация) клейковины колеблется в больших пределах. Для клейковины стекловидной пшеницы характерна наибольшая набухаемость. В связи с этим одним из признаков качества служит соотношение между массой сырой и сухой клейковины.

По цвету клейковина бывает светлой, серой или темной. Первая чаще обладает наиболее хорошей растяжимостью и упругостью. Темные тона обычно появляются вследствие неблагоприятных воздействий на зерно при созревании, хранении или обработке.

Ржаную клейковину легко отмыть, предварительно удалив слизистые вещества зерна солевыми растворами. Клейковина ржи в отличие от пшеничной темная и, как правило, слабая. В ржаном тесте отсутствует связный клейковинный каркас, так как клейковина почти полностью пептизируется. В связи с этим тестоведение при выпечке ржаного хлеба существенно отличается от пшеничного. На практике клейковину ржи не отмывают. Свойства клейковины из тритикале приближаются к ржаной, но ее отмывают так же, как и пшеничную.

§ 3. Факторы, влияющие на количество и качество клейковины

Чем больше в пшеничном зерне клейковины и чем лучше она по своим физическим свойствам, тем выше технологические (хлебопекарные) достоинства выработанной из него муки. На количество и качество клейковины в зерне пшеницы влияет очень много факторов. Важнейшие из них: сортовые особенности, условия выращивания и уборки урожая, неблагоприятные воздействия, которые испытывает зерно при хранении и обработке.

Содержание клейковины и признаки ее качества — наследственные свойства, хотя и зависят в значительной мере от условий выращивания. При создании нового сорта пшеницы с хорошими хлебопекарными качествами уже на ранних этапах селекции стремятся увеличить содержание в зерне белка и клейковины. Перспективу на широкое распространение пшениц на продовольственные цели в посевах могут получить только сорта, обладающие как минимум удовлетворительными технологическими свойствами.

Большинство распространенных в нашей стране сортов озимой и яровой пшеницы характеризуются хорошими и удовлетвори-

тельными качествами, а некоторые — отличными. Однако в результате неблагоприятных условий при возделывании пшеницы технологические и пищевые достоинства зерна могут значительно снизиться. Несоблюдение севооборотов, рекомендованных для данной зоны, недостаток азота в почве, воздействие насекомых (клопов-черепашек), ранние заморозки, уборка в недозрелом состоянии (молочно-восковой спелости) снижают количество сырой клейковины и ухудшают ее качество. Напомним, что на содержание клейковины и ее свойства влияют и климатические особенности. Например, у пшеницы сорта Мироновская 808, выращенной на Украине, клейковина намного лучше, чем выращенной в Московской области.

В районах производства зерна пшеницы с лучшими хлебопекарными качествами особенно отрицательно влияют на клейковину клопы-черепашки. Наибольший вред они наносят в молочной спелости зерна, значительно высасывая его содержимое (рис. 14). Зерно получается шуплым, с многочисленными впадинами на поверхности. В период восковой спелости повреждения ограничиваются отдельными участками наружных слоев эндосперма. Однако и в этом случае в месте укула изменяется структура эндосперма: он становится рыхлым, заметно деформируются крахмальные зерна.

Сильное воздействие на вещества зерна клопов-черепашек объясняется тем, что в их слюне присутствуют активные протеолитические и амилолитические ферменты. Протеиназы, расщепляя белки, изменяют и свойства клейковины. Клейковина, отмытая из такого зерна, сразу или через короткое время расплывается, теряет упругость и при дальнейшей отлежке превращается в сметанообразную массу. Ее обычно относят к третьей группе. Интенсивный гидролиз наблюдается и в тесте, где в период его брожения наряду с протеиназами активно действуют и амилазы. В результате получают пывущее тесто, не способное удерживать газ, хлеб — малого объема даже при выпечке в формах, с плохой пористостью и липким мякишем. Влияние протеиназ слюны клопов-черепашек на комплекс азотистых веществ зерна пшеницы видно из показателей таблицы 17.

Воздействие ферментов настолько велико, что в поврежденной части зерна более половины всех азотистых веществ превращается в низкомолекулярные соединения. Большая активность ферментов



Рис. 14. Зерна, поврежденные клопами-черепашками:

1 — в период молочной спелости; 2 — в период восковой и полной спелости.

17. Состав азотистых веществ нормальной части зерна пшеницы и поврежденной клопами-черепашками (по данным В. Л. Кретовича и Р. Р. Токаревой)

Часть зерна	Содержание азота, %			
	общего (сухого вещества)	спирто- раствори- мого	водораство- римого	низкомолеку- лярных веществ
Нормальная	2,76	39,3	17,2	14,8
Поврежденная	1,14	44,6	57,3	54,2

слюны клопов-черепашек приводит к тому, что при повреждении ими 3...5 % зерен получают муку с плохими хлебопекарными качествами. Около 1...2 % таких зерен в партии часто приводят к потере признаков, характеризующих сильные пшеницы. При визуальном осмотре зерна можно заметить три признака повреждений, вызываемых клопами-черепашками:

след укула на поверхности зерна в виде темной точки, вокруг которой образуется светло-желтое пятно; консистенция эндосперма в этом месте мучнистая;

такое же пятно на поверхности зерна, в пределах которого видна вдавленность или морщинистость без следов укула;

светло-желтое пятно на поверхности зерна у зародыша без вдавленности или морщинистости и без следов укула.

В связи с вредным воздействием клопов-черепашек на состояние зерна и его технологические свойства содержание поврежденных зерен в партиях зерна часто нормируют и определяют по ГОСТ 13586.4—83.

Захват зерна суховеет не только приводит к его шуплости, но влияет и на клейковину. У клейковины, отмытой из такого зерна, обычно короткая растяжимость, ее относят ко второй группе. Влияние заморозков на качество клейковины рассмотрено при характеристике внешнего вида зерна. Клейковину морозобойного зерна относят ко второй, а иногда и третьей группе.

Свойства клейковины значительно ухудшаются при прорастании зерна на корню, в валках, на току или в складе. Она становится короткорвущейся и крошащейся, количество клейковины уменьшается. Это объясняется специфическим действием свободных непредельных жирных кислот (олеиновой и линолевой), появляющихся в результате интенсивного гидролиза жира при прорастании зерна. При далеко зашедшем прорастании клейковина может быть и слабой.

Белки клейковины и способность их к образованию хорошо гидратированного эластичного студня чувствительны к повышенным температурам. Если в процессе тепловой сушки зерно нагревают до температуры 60 °С, то из него клейковина не отмывается.

При температуре нагрева свыше 50 °С отмывается мало, она становится серой, короткорвущейся и крошащейся. Даже при температуре нагрева 48...50 °С в начальный период сушки зерна влажностью 24...30 % выход клейковины уменьшается и отражается на ее качестве. Сушка с соблюдением благоприятных температурных режимов в некоторых случаях улучшает свойства клейковины. Это особенно характерно для зерна со слабой (сильно растягивающейся) клейковиной.

Степень порчи клейковины в результате самосогревания также зависит от продолжительности процесса и температуры, которой достигла зерновая масса. Начальные стадии самосогревания иногда влияют на цвет и упругость клейковины.

§ 4. Характеристика сильных и ценных пшениц

Классификация пшениц. Различные свойства клейковины, содержащейся в зерне мягкой пшеницы, привели к необходимости технологической классификации пшениц по признаку пригодности для выработки хорошего печеного хлеба. Пшеницы подразделяют на три группы: сильные, средние и слабые.

Сильные пшеницы. Сильными (англ. strongth) называют сорта мягкой пшеницы или смеси сортов, из муки которых при соответствующем технологическом процессе приготовления теста получают формоустойчивый хлеб большого объема, с хорошим пористым мякишем. Отличительная особенность клейковины из муки этих пшениц состоит в том, что за все время приготовления теста (брожения и механической обработки) она гидролизует в пределах, не нарушающих хорошую газодерживающую способность теста. Добавка таких пшениц к партиям с низкими хлебопекарными свойствами обеспечивает получение муки, хорошей в хлебопекарном отношении. Однако и среди сильных пшениц существует дифференциация. Разные сорта и партии их обладают неодинаковой смесительной ценностью. Чем выше показатели «силы», тем, как правило, больше смесительная ценность и, следовательно, тем меньше их добавляют к слабым пшеницам.

Средние пшеницы. Средние (англ. filler) сорта (или смесь сортов) дают муку и хлеб нормального и хорошего качества. В них часто содержится много клейковины, относимой к первой группе. Однако такие пшеницы не обладают большой смесительной ценностью, поэтому в них добавляют небольшое количество пшениц, слабых в хлебопекарном отношении.

Слабые пшеницы. У слабых (англ. weak) пшениц, как показывает название, генетически слабая клейковина, не имеющая хороших исходных качеств и еще менее устойчивая при изготовлении теста. Слабые пшеницы дают хлеб с малым объемным выходом и небольшой пористостью. В таблице 18 дана примерная характе-

18. Характеристика сильных и слабых пшениц по объемному выходу и формоустойчивости хлеба (по данным ВНИИЗ)

Выпечка	Признаки качества печеного хлеба	Нормы для пшеницы, мл /100 г	
		сильной	слабой
Без сахара	Объемный выход	450 и выше	360 и ниже
	Формоустойчивость	0,4	0,3
С сахаром	Объемный выход	500 и выше	400 и ниже
	Формоустойчивость	0,4	0,3
С броматом калия	Объемный выход	650 и выше	450 и ниже
	Формоустойчивость	0,5	0,4

ристика пшениц по «силе» на основе объемного выхода хлеба (мл/100 г муки) и его формоустойчивости (отношение высоты к диаметру $h:d$ хлебцев, выпеченных на поду).

Признак «силы» пшениц коррелирует с содержанием белка и стекловидностью. В составе сильных пшениц много белка (не ниже 15...16 %) и достаточно клейковины (не менее 28 %) первой группы. Стекловидность зерна таких пшениц не менее 60 %.

Производство пшеницы. В мировом производстве мягкой пшеницы относительное количество сильной составляет 15...20 %, средней 25...30 и слабой 50...55 %. Основные производители сильных пшениц — СССР, Канада, США, Аргентина и Австралия. Основные районы выращивания сильных пшениц в нашей стране — Заволжье, Северный Кавказ, степи Западной Сибири и Алтайского края, южные области Украины и степные области Казахстана. Государство заинтересовано в увеличении посевов сильных пшениц как для улучшения качества вырабатываемого печеного хлеба, так и для экспортных целей. Сильные пшеницы имеют наибольший спрос на мировом хлебном рынке, их продают по значительно повышенной цене.

При продаже зерна сильных пшениц хозяйства получают за него повышенную цену в зависимости от содержания сырой клейковины и ее качества. Хозяйствам, производящим сильные пшеницы, в первую очередь выделяют удобрения, ядохимикаты для борьбы с полевыми вредителями и т. д. Список сортов сильных пшениц, оплачиваемых по повышенной цене, утверждают ежегодно. Для примера приведем несколько сортов. Я р о в ы е: Безенчукская 98, Казахстанская 4, Курганская 1, Новосибирская 67, Омская 9, Саратовская 29, Саратовская 36, Саратовская 38, Саратовская 42, Саратовская 44. О з и м ы е: Безостая 1, Донецкая 5, Краснодарская 39, Краснодарская 46, Мироновская юбилейная, Мироновская 808, Одесская 51, Харьковская 81, Эритроспермум 127. Кроме сильных пшениц, ежегодно утверждают список

наиболее ценных по качеству сортов, которые также оплачивают дороже. Принадлежность к тому или иному сорту подтверждают сортовым удостоверением.

§ 5. Методы выявления «силы» пшеницы

Для выявления «силы» пшеницы (точнее, муки из нее) рекомендована пробная выпечка. По объемному выходу хлебцев, выпеченных в формах, а также по формоустойчивости булочки, выпеченной на поду, судят о хлебопекарных достоинствах данной партии зерна (а следовательно, и сорта).

Однако пробная выпечка не раскрывает полностью «силы» зерна в отношении его смесительной ценности, то есть способности улучшать в смеси хлебопекарные качества слабых пшениц. Чтобы выяснить подлинную «силу» пшеницы пробной выпечкой, потребовалось бы делать несколько помольных смесей, из каждой получить муку, а затем провести серию выпечек. Такой путь приемлем только при исследованиях или в технологических лабораториях, задача которых — подготовка крупных товарных партий зерна с хорошими хлебопекарными качествами.

Кроме того, на результат выпечки (объемный выход и формоустойчивость теста) влияет много факторов (рецептура, качество дрожжей, способ и длительность замеса теста, сроки его брожения и расстойки, температура пекарной камеры и др.), неодинаково воздействующих на зерно и муку с разными исходными свойствами. Для лучшего представления о хлебопекарных качествах образца только по одной технологической схеме рекомендовано три варианта выпечек: без сахара и других добавок (основной метод); с небольшой добавкой сахара — 40 г на 960 г сухого вещества муки; с добавлением в тесто сахара и бромата калия $KBrO_3$ — 0,001...0,002 % массы муки.

Введение в тесто сахара обеспечивает более интенсивное развитие дрожжей, а следовательно, и большее выделение углекислого газа. Специфическое действие бромата калия на пластические свойства теста (клейковины) особенно проявляется в тесте из высокобелковой муки, выработанной из сортов сильных пшениц.

Стандартным методом пробной выпечки является основной (без добавления сахара). На один анализ требуется 960 г муки в пересчете на сухое вещество. Применяют и другие модификации пробных выпечек с использованием меньшего количества муки (300 г сухого вещества муки на три хлебца и др.), с измененным процессом приготовления теста и т. д.

Продолжительность пробных выпечек 4...6 ч. Необходимость их проведения часто в нескольких вариантах привела к разработке различных ускоренных методов, основанных на других принципах. Так, предложено судить о пластических свойствах теста и его газо-

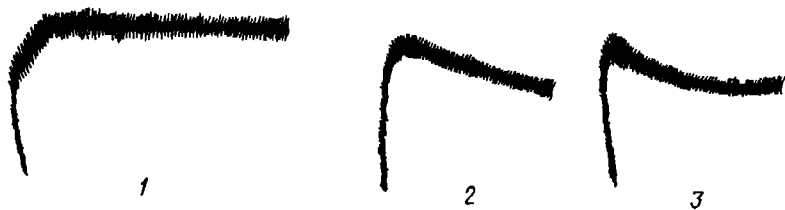


Рис. 15. Уменьшение фаринограммы муки сильной (1) и слабой (2 и 3) пшеницы.

удерживающей способности по устойчивости шарика бродящего теста, находящегося в воде. Время всплытия шарика и его распада служит признаком, характеризующим свойства теста. Но и данный метод недостаточно достоверен.

Созданы приборы для определения физических свойств теста без его выпечки. Приборы оснащены пишущими приспособлениями, вычерчивающими диаграмму определенной конфигурации. Наиболее распространены фаринограф, альвеограф и валориграф.

При замесе теста в тестомесилке перо фаринографа вычерчивает полосу, форма и конфигурация которой меняются с изменением консистенции теста во время замешивания. Падение кривой происходит с разной скоростью, в зависимости от свойств клейковины, в результате механических воздействий замеса и активности гидролитических процессов. Таким образом, получаются различные кривые, характеризующие свойства муки и теста. Фаринограммы сильных и слабых пшениц приведены на рисунке 15. Подобные кривые получают на валориграфе.

Альвеограф позволяет определить газоудерживающую способность теста из испытуемой муки. С этой целью специально приготовленные блинчики теста раздуваются нагнетаемым воздухом и растягиваются в шар. Работу (в джоулях), затрачиваемую на раздувание пленки шара до его разрыва, фиксирует пишущий прибор на диаграмме, конфигурация и площадь которой дают представление о газоудерживающей способности теста и «силе» муки.

В процессе раздувания теста в шар вычерчивается альвеограмма (рис. 16). Чем больше ее площадь, тем лучше хлебопекарные качества пшеницы. Площадь определяют планиметром и выражают в квадратных сантиметрах. В суммарной оценке муки методом альвеографии учитывают и количество воздуха, израсходованного на выдувание шара из пластинки теста, поэтому система подачи воздуха градуирована. Для оценки хлебопекарных свойств ржаной и пшеничной муки применяют прибор Хагберга — Пертена и амилограф. Созданы новые приборы для оценки хлебопекарных достоинств и силы пшеничной муки по малым навескам, что очень важно для селекционной работы.

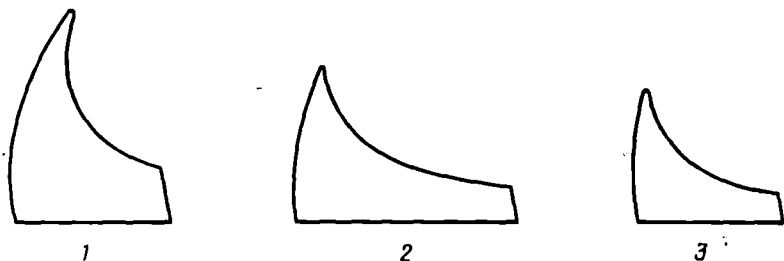


Рис. 16. Уменьшенные альвеограммы сильной (1), средней (2) и слабой (3) пшеницы.

Существуют и другие способы выявления «силы» пшеницы. Один из методов, основанных на химических процессах, — с е д и м е н т а ц и я (лат. *sedimentum* — осадок). Метод заключается в определении объема осадка частиц муки из навески после набухания их в слабых растворах органических кислот (молочной, уксусной и др.). В подкисленной взвеси муки белки клейковины набухают и оседают, увлекая за собой и другие составные части муки. При этом клейковина с хорошими физическими свойствами набухает лучше и в слабом растворе кислоты (молочной, уксусной) не растворяется. Слабая, расплывающаяся клейковина набухает меньше, сравнительно быстро растворяется и образует мутный раствор. Уровень, до которого оседает взвесь муки за определенный промежуток времени при контролируемых условиях, служит показателем седиментации. Имеется много модификаций метода.

Распространен метод пробной выпечки хлеба с применением интенсивного замеса теста, так называемый р е м и к с - м е т о д. Использование различных его модификаций позволяет лучше выявлять «силу» зерна пшеницы (пшеничной муки).

§ 6. Хлебопекарная оценка ржи

Неспособность теста из ржаной муки образовывать связную клейковину резко понижает его газоудерживающую способность. Поэтому в ржаном тесте значительно большую роль, чем в пшеничном, играют углеводы, особенно крахмал и слизистые вещества. В зависимости от состояния крахмала, степени его гидролиза, физических свойств слизистых веществ и активности амилолитических ферментов в пластических свойствах ржаного теста наблюдаются заметные отклонения. При уменьшении степени полимеризации крахмала и слизистых веществ в результате большой активности амилазы получается плывущее тесто, дающее хлеб более низкого качества.

Для оценки хлебопекарных свойств муки применяют метод выпечек. Однако чаще используют косвенные методы, основанные на определении активности α -амилазы или ее влияния на углеводы (по вязкости водно-мучной суспензии, изменению содержания сахаров и др.).

В суспензиях из муки, в которой крахмал находится в нормальном состоянии, с повышением температуры значительно увеличивается вязкость в результате клейстеризации крахмала. Мука с высокой активностью α -амилазы при испытании в аналогичных условиях дает низкие показатели вязкости. Это особенно отчетливо проявляется при анализе муки из проросшего (или начавшего прорасти) зерна.

Механическую запись кривых вязкости проводят при помощи амилографа Брабендера. Противодавление суспензии, а позднее клейстера, пишущий прибор фиксирует через систему рычагов на специальной бумажной ленте (рис. 17). Чем выше кривая, тем больше вязкость клейстера и тем, следовательно, лучше состояние крахмала для приготовления теста и выпечки. Низкие кривые характерны для муки с большей активностью α -амилазы, содержащей много декстринов, которые обладают меньшей вязкостью.

Ржаная мука обладает хорошими хлебопекарными свойствами при вязкости не менее 400 ед. амилографа. Нормально созревшее и хорошо сохраненное зерно ржи лучших отечественных сортов, особенно из центральных и восточных районов страны, характеризуется большим показателем вязкости (500...800 е. а. и более). Наличие в партии проросших зерен резко снижает данные показатели.

Амилографы применяют и для оценки пшеничной муки (особенно с повышенной амилитической активностью), крахмала и некоторых других продуктов. Новая модификация амилографа Брабендера — вискограф, позволяющий измерять вязкость при постоянной температуре в пределах 20...150 °С.

Часто используют прибор Хагберга — Пертена (рис. 18), представляющий собой вискозиметр погружения. По времени падения (в секундах) плунжера в высокой пробирке, наполненной клейстеризованной водно-мучной суспензией, судят о достоинствах муки. Число падения порядка 160 и выше характеризует зерно ржи с хорошими хлебопекарными качествами; 120...150 — типично

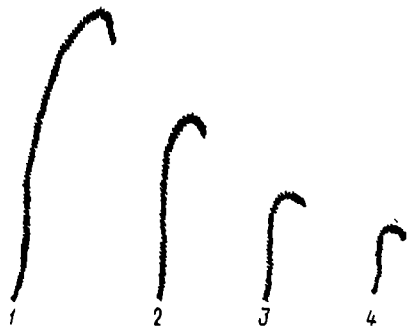


Рис. 17. Амилограммы хорошей (1 и 2) и плохой (3 и 4) в хлебопекарном отношении ржаной муки.

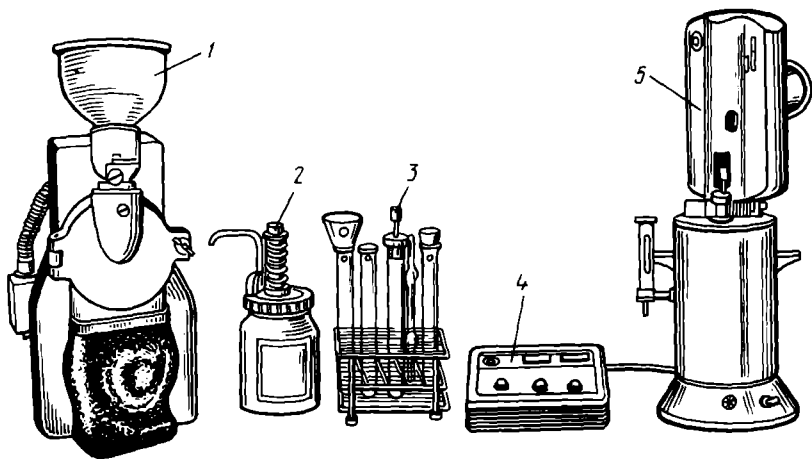


Рис. 18. Прибор Хагберга — Пертена:

1 — лабораторная мельница; 2 — автоматизированный дозатор воды; 3 — пробирка для суспензий; 4 — электронный счетчик; 5 — водяная баня с перемешивающим механизмом.

для среднего зерна; 100 и ниже — с низкими хлебопекарными качествами. На том же принципе основан прибор ПВ-1. По числу падения судят и о хлебопекарных достоинствах пшеницы. Однако число падения имеет другие градации.

§ 7. Мукомольная оценка зерна

Качество зерна определяют и по проценту выхода муки из исследуемого образца зерна при определенной схеме и режиме помола. Очень важно получить представление о том, как идет процесс измельчения зерна: размалывается ли эндосперм сразу с образованием мелких фракций муки, или большая часть его превращается в крупки, которые можно хорошо сортировать по добротности, а затем домалывать в высококачественную муку, не содержащую оболочек.

Опытный помол нескольких килограммов зерна ведут на специальных лабораторных мельницах (Бюллера и др.), представляющих собой агрегаты для размола зерна, сортирования промежуточных продуктов на фракции и т. д. Чтобы получить для исследования муку 70 %-го выхода, образцы зерна массой 100...200 г размалывают на мельницах «Квадрумат-Юниор», Седимат-Юниор», МЛВУ (мельница лабораторная вальцовая универсальная) и др. Размол зерна в сортовую муку необходим и для пробных выпечек, определения пластических свойств теста на приборах, амилографической оценки и седиментационного анализа.

§ 8. Оценка макаронных достоинств

Макароны — один из видов продуктов, вырабатываемых из муки. Они представляют собой консерв пресного теста влажностью до 13 %. В нашей стране макаронные изделия используют для приготовления специальных блюд и в качестве гарниров. Макароны хорошего качества в сухом виде характеризуются большой прочностью, желтым или кремовым цветом без серого оттенка (снаружи и на изломе), большой развариваемостью (значительным увеличением объема без потери частиц и ослизнения). Макароны высокого качества изготовляют из нескольких сортов твердой пшеницы или высокостекловидной мягкой. Ценность зерна твердой пшеницы определяют прежде всего пригодностью его для производства специальной макаронной муки высшего и первого сортов с крупитчатой структурой. Из хороших, твердых пшениц обычно получают более 60 % муки высших сортов.

Только из достаточно высокобелкового и высокостекловидного зерна твердой пшеницы со значительным содержанием клейковины (не менее 28 % в муке) вырабатывают макароны лучшего качества. Низкобелковое и низкоклейковинное зерно твердой пшеницы непригодно для получения макаронной муки, его используют в смеси с зерном мягкой пшеницы для производства хлебопекарной муки. Поэтому зерно твердой пшеницы в зависимости от его качества (класса) оплачивают по закупочной цене, значительно превышающей цену на зерно мягкой пшеницы. Характеристика классов твердой пшеницы приведена в таблице 19. По другим показателям пшеница должна отвечать требованиям стандарта.

19. Нормы для твердой пшеницы

Показатели качества*	Класс		
	I	II	III
Натура, г/л (не менее)	770	745	745
Содержание зерен других типов пшеницы, % (не более)	10	15	15
Содержание сырой клейковины в зерне, % (не менее)	28	25	22

* Качество клейковины во всех случаях не ниже второй группы.

Контрольные вопросы и задания. 1. Каковы химический состав и свойства клейковины пшеницы? 2. Назовите факторы, влияющие на качество клейковины. 3. Дайте характеристику ценных и сильных пшениц. 4. В чем заключается технологическая ценность твердых пшениц? 5. Как выявляют «силу» пшеницы?

Раздел III

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ХРАНЕНИЯ СЕМЕННОГО, ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО И КОРМОВОГО ЗЕРНА

Глава 8

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕРНОВЫХ МАСС КАК ОБЪЕКТОВ ХРАНЕНИЯ

§ 1. Состав зерновой массы и характеристика ее компонентов

Партии зерна называют зерновыми массами. Термин «зерновая масса» следует понимать как технический, приемлемый для зерна или семян культур любого семейства или рода, используемых на разнообразные нужды. Любая зерновая масса состоит из: зерен (семян) основной культуры, составляющих как по объему, так и по количеству основу всякой зерновой массы; примесей; микроорганизмов.

Разнообразная конфигурация зерен и примесей, их неодинаковые размеры приводят к тому, что при размещении их в любых вместилищах образуются пустоты (скважины), заполненные воздухом. Он существенно влияет на все компоненты зерновой массы, видоизменяется сам и может существенно отличаться по составу, температуре и даже давлению от воздуха атмосферы. В связи с этим воздух межзерновых пространств также относят к компонентам, составляющим зерновую массу. Кроме указанных постоянных компонентов, в отдельных партиях зерна могут быть насекомые и клещи. Поскольку зерновая масса служит для них средой, в которой они существуют и влияют на ее состояние, их считают пятым дополнительным и крайне нежелательным компонентом зерновой массы. Таким образом, любую зерновую массу при ее хранении и обработке следует рассматривать прежде всего как комплекс живых организмов. Каждая группа данных организмов или отдельные представители при известных условиях могут в той или иной степени проявлять жизнедеятельность и, следовательно, влиять на состояние и качество хранимой зерновой массы. Характеристика первых двух компонентов — зерна основной культуры и примесей (в том числе и семян сорных растений) — дана в предыдущем разделе. Здесь охарактеризованы ее микрофлора и фауна.

Микроорганизмы — постоянный и существенный компонент зерновой массы. В 1 г ее обычно находят десятки и сотни тысяч, а иногда и миллионы представителей микробиологического мира. Поскольку рост и развитие растений, формирование на них плодов

и семян проходят в среде, насыщенной микроорганизмами, наземные органы растений также населены ими, а часть микроорганизмов переходит из ризосферы почвы.

Оставляя в стороне вопрос о фитопатогенных микроорганизмах, известных из соответствующих курсов, напомним, что на поверхности растений имеются микроорганизмы, называемые эпифитами. После образования на растении плодов и семян эпифиты расселяются на их поверхности. В обычных условиях настоящие эпифиты, развиваясь на здоровом растении, не оказывают вредного влияния даже на его покровные ткани. Питаются они продуктами жизнедеятельности клеток и тканей растения.

Видовой состав эпифитной микрофлоры интересующих нас растений довольно однообразен и состоит почти исключительно из бактерий. Типичные представители таких эпифитов — бактерии родов *Ps. herbicola*, *Ps. fluorescens* и др. В небольшом количестве на зерне находятся дрожжи и некоторые плесневые грибы (главным образом *Cladosporium* и *Alternaria*), получившие название «полевых».

Дальнейшее накопление микроорганизмов на зерне происходит во время уборки урожая. При скашивании растений, а затем при обмолоте на зерно и в зерновую массу вместе с органическими и минеральными пылевидными частицами, семенами сорняков и другими частями растений попадают многие сапрофитные микроорганизмы, находящиеся в почве: бактерии (гнилостные, кислотных брожений и др.), споры плесневых грибов, актиномицеты и т. д.

В зерновую массу из почвы или от больных животных, хотя и очень редко, но все же могут попадать и возбудители некоторых заболеваний человека и животных (сапа, сибирской язвы, бруцеллеза и др.). Накоплению микроорганизмов на поверхности плодов и семян способствуют их морфологические особенности: складчатая и шероховатая поверхность, бороздка и бороздка и т. д.

Таким образом, микрофлора зерновой массы состоит из сапрофитных (включая и эпифитные), фитопатогенных и патогенных для животных и человека микроорганизмов. Подавляющая часть микрофлоры — сапрофиты и среди них эпифитные бактерии. В свежей зерновой массе при правильной уборке количество бактерий достигает 96...99 % всей микрофлоры (табл. 20). Остальное — дрожжи, плесневые грибы и актиномицеты. Существенно отличается микрофлора початков кукурузы, на которых еще в период созревания находится значительное количество плесневых грибов. Подобная микрофлора свойственна и зернам кукурузы, отделенным от стержня початка.

Пористая структура оболочек плодов и семян позволяет микробам проникать в разные слои покровных тканей и зародыш. Это особенно характерно для зерновок злаковых, семян подсолнечника и семян овощных культур из семейства зонтичных. Таким

20. Состав микрофлоры пшеничного зерна в период созревания

Спелость	Общее* число микроорганизмов, %	В том числе, %		
		бактерий	плесневых грибов	актиномицетов
<i>Первый образец</i>				
Молочная	100	89	1,4	0,6
Восковая	218	98,5	0,8	0,7
Полная	126	99,9	0,1	—
<i>Второй образец</i>				
Молочная	100	90,6	1,9	7,5
Восковая	67	95	4,5	0,5
Полная	220	96,4	3	0,6

* За 100 % принято количество микроорганизмов на зерне молочной спелости.

21. Видовой состав основных вредителей хлебных запасов, встречающихся в хранилищах

Семейства	Виды	Степень вредоносности и распространенность
-----------	------	--

Отряд жуки

Долгоносики (<i>Curculionidae</i>)	Рисовый долгоносик (<i>Sitophilus oryzae</i> L.)	Самый распространенный и основной вредитель зерна пшеницы, ячменя, риса, кукурузы и других зерновых. Личинка развивается скрыто внутри зерен, выгрызая эндосперм зерна
	Амбарный долгоносик (<i>Sitophilus granarius</i> L.)	То же, только встречается несколько реже
Древоточцы (<i>Bostrychidae</i>)	Зерновой точильщик (<i>Rhizopertha dominica</i> F.)	Опаснейший вредитель зерна. Изгрызает зерновку. Очень теплолюбив. Распространен в южных районах страны
Чернотелки (<i>Tenebrionidae</i>)	Булавоусый хрущак (<i>Tribolium castaneum</i> Herbst.)	Распространенный вредитель зерна всех культур. Реже встречается в зернопродуктах, на мукомольных заводах. В первую очередь выгрызает зародыш
	Малый мучной хрущак (<i>Tribolium confusum</i> Duv.)	Обычный вредитель зернопродуктов
	Большой мучной хрущак (<i>Tenebrio molitor</i> L.)	Встречается преимущественно в мучных складах, на мукомольных заводах, в пекарнях
Плоскотелки (<i>Cucujidae</i>)	Короткоусый мукоед (<i>Laemophloeus ferrugineus</i> Steph.)	Распространенный вредитель зерна и зернопродуктов. Предпочитает зерно засоренное, битое, поврежденное другими вредителями
	Суринамский мукоед (<i>Oryzaephilus</i>)	То же, более теплолюбив

Семейства	Виды	Степень вредоносности и распространенность
	<i>lus surinamensis</i> L.)	
Зерновки (<i>Bruchidae</i>)	Гороховая зерновка (<i>Bruchus pisorum</i> L.) Фасолевая зерновка (<i>Acanthoscelides obtectus</i> Say.)	Повреждает только семена гороха. Заражение происходит в поле, развитие заканчивается внутри семян в складах Повреждает семена фасоли и некоторых других зернобобовых. Заражает семена и развивается в них в поле и в хранилищах
<i>Отряд бабочки</i>		
Настоящие моли (<i>Tineidae</i>)	Амбарная моль (<i>Nemapogon granellus</i> L.)	Повреждает разнообразные продукты растительного происхождения. На поверхности зерновой насыпи гусеницы сплетают зерна в комья
Выемчатокрылые моли (<i>Gelecheidae</i>)	Зерновая моль (<i>Sitotroga cerealella</i> Oliv.)	Опасный вредитель зерна. Гусеницы, подобно долгоносикам, развиваются внутри зерен, выгрызая эндосперм. Зерно заражается в поле, а цикл развития часто заканчивается в складах
Огневки (<i>Piraliidae</i>)	Мельничная огневка (<i>Ephesia kuehniella</i> Zell.) Южная огневка (<i>Plodia interpunctella</i> Hb.)	Опасный вредитель. Распространена на зерноперерабатывающих предприятиях, в складах с мукой, крупой, на хлебозаводах. Встречается в складах с зерном Опасный вредитель зерна. Распространена в южных районах страны
<i>Отряд клещи</i>		
Хлебные клещи (<i>Tyroglyphidae</i>)	Мучной клещ (<i>Acarus siro</i> L.) Удлиненный клещ (<i>Tyrophagus putrescentia</i> Schrank.)	Живет во всех зерновых массах, крупах и муке. Хорошо развивается в продуктах с повышенной влажностью То же. Более теплолюбивый вид
Волосатые клещи (<i>Glycyphagidae</i>)	Обыкновенный волосатый клещ (<i>Glycyphagus destructor</i> Ouds.)	То же
Хищные клещи (<i>Cheyletidae</i>)	Обыкновенный хищный клещ (<i>Cheyletus eruditus</i> Schrank.)	Питается клещами других семейств или мелкими насекомыми, но роль его в их истреблении незначительна
Пузатые клещи (<i>Pediculoididae</i>)	Пузатый клещ (<i>Pediculoides ventricosus</i> Newp.)	Паразитирует на насекомых, в том числе на вредителях хлебных запасов

образом, в семенах появляется субэпидермальная микрофлора. Ее накоплению при созревании семян способствуют повышенная влажность воздуха и значительные осадки, а при хранении зерна — его повышенная влажность.

По составу грибной субэпидермальной микрофлоры судят о степени воздействия микроорганизмов на зерновую массу. Первоначально субэпидермальная микрофлора представлена типичными «полевыми» плесенями (*Cladosporium* и *Alternaria*), менее опасными для зерна. В дальнейшем они подавляются представителями рода *Aspergillus* и *Penicillium*, семейства мукоровых, относимых к плесеням хранения. Все они, развиваясь на зерне, губительно действуют на зародыш и резко ухудшают товарные качества зерна.

Огромные потери хранящихся зерновых продуктов происходят вследствие размножения в них многих насекомых и частично клещей. Из курса энтомологии хорошо известны морфология, анатомия, физиология и биоэкология этих вредителей. Их видовой состав и условия существования в зерновой массе и хранилищах даны в таблице 21.

Свойства зерновой массы подразделяют на две группы: физические и физиологические. Многие из свойств каждой группы взаимосвязаны, и только с учетом таких связей можно наиболее рационально организовать хранение.

§ 2. Физические свойства зерновой массы

Сыпучесть. Зерновая масса довольно легко заполняет бункер любой конфигурации, и при известных условиях может истекать из нее. Большая подвижность зерновой массы — ее сыпучесть — объясняется ее гранулометрическим составом. Масса в своей основе состоит из отдельных мелких твердых частиц — зерен основной культуры и различных примесей. Так, в 1 т зерновой массы пшеницы и проса соответственно насчитывают 30...40 и 150...190 млн зерен.

Хорошая сыпучесть зерновых масс имеет огромное практическое значение. Правильно используя данное свойство и применяя необходимые устройства и механизмы, полностью избегают затрат ручного труда. Зерновые массы можно легко перемещать при помощи норий, транспортеров и пневмотранспортных установок, загружать в различные транспортные средства (автомобили, вагоны, суда) и хранилища (бункера, склады, траншеи, силосы элеваторов). Наконец, они могут перемещаться самотеком. Это свойство используют при хранении, обработке зерновых масс и погруочно-разгрузочных работах; на нем основана вся поточность процессов на элеваторах, мукомольных и крупяных заводах. Зерновая масса, поднятая норией на верхний этаж элеватора или мукомольного завода, самотеком спускается вниз, и по пути ее обрабаты-

вают на различных машинах. При загрузке и выгрузке хранилищ также используют самотек.

Степень заполнения хранилища зерновой массой зависит от сыпучести: чем она больше, тем легче и лучше заполняется бункер. Сыпучесть учитывают и при статических расчетах хранилища (давление зерновой массы на пол, стены и другие конструкции). Сыпучесть зерновой массы характеризуют углом трения или углом естественного откоса. Угол трения — наименьший угол, при котором зерновая масса начинает скользить по какой-либо поверхности. При скольжении зерна по зерну его называют углом естественного откоса или углом ската. Кроме данных показателей, известны коэффициенты трения зерновой массы, перемещающейся по самотечным трубам и лоткам. Сыпучесть зерновой массы зависит от плотности, формы, размера, характера и состояния поверхности зерна, его влажности, количества примесей и их видового состава, материала, формы и состояния поверхности, по которой самотеком перемещают зерновую массу.

Наибольшей сыпучестью обладают массы, состоящие из семян шарообразной формы (горох, просо, люпин). Чем больше отклоняется форма зерен от шарообразной и чем более шероховата их поверхность, тем меньше сыпучесть. Примером может служить относительно малая сыпучесть зерновых масс риса, некоторых сортов овса, ячменя и др.

Примеси, находящиеся в зерновой массе, как правило, понижают ее сыпучесть. При большом содержании легких примесей (соломы, мякоти и им подобных), а также при значительном содержании семян сорняков с цепкой и шероховатой поверхностью сыпучесть может быть почти потеряна. Такую зерновую массу без предварительной очистки не рекомендуется загружать в хранилища, запроектированные на выпуск ее самотеком. С увеличением влажности сыпучесть зерновой массы также значительно понижается. Это явление характерно для всех зерновых масс, но для шаровидных семян бобовых оно менее выражено (рис. 19). В связи с влиянием рассмотренных факторов сыпучесть зерновых масс колеблется в значительных пределах. Так, угол естественного откоса у овса составляет 31...54°, ячменя 28...45, пшеницы 23...38, проса 20...27°. Сыпучесть всегда учитывают при работе с зерновыми массами. В противном случае установки, смонтированные для очистки и перемещения зерновых масс, невозможно эксплуатировать.

Самосортирование. Содержание в зерновой массе твердых частиц, различных по размеру и плотности, нарушает ее однородность при перемещении. Данное свойство зерновой массы, проявляющееся и как следствие ее сыпучести, называют самосортированием. При перевозках зерна в автомобилях или ваго-

нах, передвижении по ленточным транспортерам в результате толчков и встряхиваний легкие примеси, семена в цветковых пленках, щуплые зерна перемещаются к поверхности насыпи, а тяжелые уходят в нижнюю часть.

Кроме того, самосортирование наблюдается в процессе загрузки зерна в хранилища. Ему способствует аэродинамическое сопротивление, оказываемое воздухом каждой отдельной частицы. Крупные, тяжелые зерна и примеси опускаются отвесно и быстро достигают основания хранилища. Щуплые, мелкие зерна и примеси опускаются медленнее.

Они отбрасываются вихревыми движениями воздуха к стенам хранилища или скатываются по поверхности конуса зерновой массы.

Самосортирование — явление отрицательное, так как в зерновой массе образуются участки, неоднородные по физиологической активности, скважистости и т. д. Скопление легких примесей и пыли создает больше предпосылок к возникновению самосогревания. В связи с самосортированием строго соблюдают правила взятия точечных проб для составления среднего образца.

Скважистость. При характеристике зерновой массы отмечалось, что в ней существуют межзерновые пространства — скважины, заполненные воздухом. Они составляют значительную часть объема насыпи (табл. 22) и существенно влияют на другие физические свойства и физиологические процессы.

Воздух, циркулирующий по скважинам, конвекцией способствует передаче тепла и перемещению паров воды. Значительная газопроницаемость зерновых масс позволяет использовать названное свойство для продувания их воздухом (при активном вентилировании) или вводить в них пары химических препаратов для обеззараживания (дезинсекции). Запас воздуха, а следовательно, и кислорода создает в зерновой массе определенный период (иногда очень длительный) нормального газообмена для живых компонентов.

Величина скважистости зависит в основном от факторов, влияющих на натуру зерна. С увеличением влажности уменьшается сыпучесть, а следовательно, и плотность укладки. Круп-

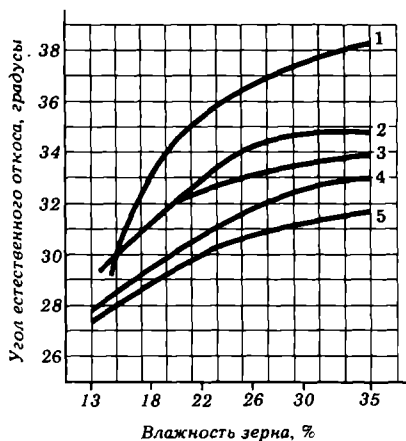


Рис. 19. Влияние влажности зерновой массы на угол естественного откоса: 1 — пшеница; 2 — кормовые бобы; 3 — соя; 4 — вика; 5 — горох.

22. Скважистость зерновой насыпи и ее масса

Культура	Масса 1 м ³ , кг	Скважистость, %	Культура	Масса 1 м ³ , кг	Скважистость, %
Подсолнечник масличный	325...440	60...80	Лен	580...680	35...45
Овес	400...550	50...70	Кукуруза	680...820	35...55
Рис (зерно)	440...550	50...65	Просо	680...730	30...50
Гречиха	560...650	50...60	Рожь	680...750	35...45
Ячмень	580...700	45...55	Пшеница	730...840	35...45
			Горох и люпин	750...800	40...45
			Клевер красный	780...850	30...40

ные примеси обычно увеличивают скважистость, мелкие легко размещаются в межзерновых пространствах и уменьшают ее. Зерновые массы, содержащие крупные и мелкие зерна, обладают меньшей скважистостью. Выравненные зерна, а также шероховатые или со сморщенной поверхностью укладываются менее плотно.

В связи с самосортированием скважистость в различных участках зерновой массы может быть неодинаковой, что приводит к неравномерному распределению воздуха в отдельных участках. При большой высоте насыпи последняя уплотняется и скважистость уменьшается. Зная объем, занимаемый зерновой массой, и ее скважистость, легко установить объем находящегося в скважинах воздуха. Данное количество воздуха при активном вентилировании принимают за один обмен. Скважистость S (%) определяют по формуле

$$S = \frac{W - v}{W} 100,$$

где W — общий объем зерновой массы; v — истинный объем твердых частиц зерновой массы.

Сорбционные свойства. Зерно и семена этих культур и зерновые массы в целом — хорошие сорбенты. Они способны поглощать из окружающей среды пары различных веществ и газы. При известных условиях происходит обратный процесс — выделение (десорбция) указанных веществ в окружающую среду.

В зерновых массах наблюдаются такие сорбционные явления, как адсорбция, абсорбция, капиллярная конденсация и хемосорбция. Их значительная способность к сорбции объясняется двумя причинами: капиллярно-пористой коллоидной структурой зерна или семени и скважистостью зерновой массы.

Между клетками и тканями зерна и семян различных культур находятся макро- и микрокапилляры и поры. Диаметр макропор равен 10^{-3} ... 10^{-4} см, микропор 10^{-7} см. Стенки макро- и микрокапилляров во внутренних слоях зерна представляют собой по-

верхность, участвующую в процессах сорбции молекул паров и газов. Кроме того, по системе макро- и микрокапилляров перемещаются сжиженные пары. Понятно, что отдельные зерна и зерновую массу в целом нельзя полностью отождествлять с коллоидными капиллярно-пористыми телами неорганического происхождения или мертвой органической материей. Жизненные функции зерна влияют на характер сорбционных процессов и на закономерность распределения влаги.

О связи сорбционных свойств зерна с его качеством сообщалось выше (запах, влажность и т. д.). Не меньшую роль они играют при хранении, обработке и транспортировании зерна. Так, рациональные режимы сушки или активного вентилирования зерновых масс можно осуществить только с учетом их сорбционных свойств. Влажность и масса хранимых или транспортируемых партий зерна также чаще изменяется вследствие сорбции или десорбции паров воды. Последнее не только имеет технологическое значение, но и связано с материальной ответственностью людей (заведующих складами, кладовщиков и т. д.).

Равновесная влажность. Влагообмен между зерновой массой и соприкасающимся с ней воздухом в той или иной степени идет непрерывно. В зависимости от параметров воздуха (его влажности и температуры) и состояния зерновой массы влагообмен происходит в двух противоположных направлениях:

передача влаги от зерна к воздуху; такое явление (десорбция) наблюдается, когда парциальное давление водяных паров у поверхности зерна больше парциального давления водяных паров в воздухе;

увлажнение зерна вследствие поглощения (сорбции) влаги из окружающего воздуха; данный процесс происходит, если парциальное давление водяных паров у поверхности зерна меньше парциального давления водяных паров в воздухе.

Влагообмен между воздухом и зерном прекращается, если парциальное давление водяного пара в воздухе и над зерном одинаково. При этом наступает состояние динамического равновесия. Влажность зерна, соответствующую такому состоянию, называют равновесной. Иначе говоря, под равновесной понимают влажность, установившуюся при данных параметрах воздуха — его влагонасыщенности, температуре и давлении.

Для достижения полного равновесия требуется стационарный режим в течение довольно длительного времени (9 сут, иногда и больше). Конечно, такого положения в производственных условиях не бывает, наружные участки насыпи зерновой массы, соприкасающиеся с воздухом, непрерывно изменяют свою влажность в зависимости от его параметров. Однако закономерности влагообмена сохраняются.

При длительном хранении зерновых масс повышенной влаж-

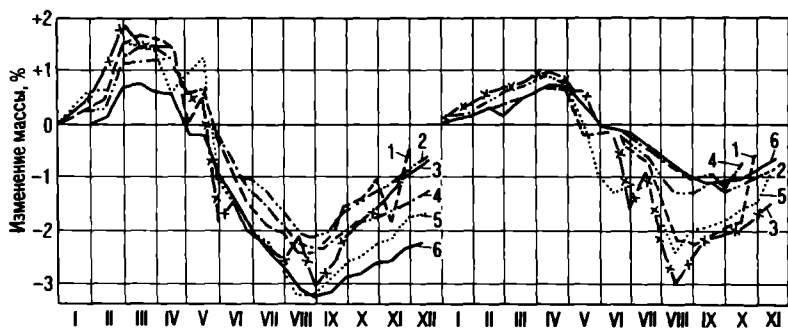


Рис. 20. Изменение массы партий семян овощных культур при хранении в складе два года:

1 — томаты; 2 — лук-чернушка; 3 — свекла; 4 — огурцы; 5 — морковь; 6 — капуста.

ности в условиях низкой относительной влажности воздуха влажность зерна постепенно снижается. Наоборот, сухая зерновая масса при хранении в складе с воздухом, более насыщенным водяными парами, увлажняется, ее масса увеличивается. Подобные изменения носят и сезонный характер, так как насыщенность воздуха влагой в разные месяцы неодинакова. Это особенно заметно при хранении партий зерна и семян насыпью небольшой высоты (1...2 м) или в мягкой таре (тканевых мешках). Для примера приведем данные (рис. 20) об изменении массы семян, хранившихся два года в мешках на складе г. Армавира.

В связи с различными условиями созревания и разной сорбционной емкостью влажность зерна и семян при уборке урожая и перед их хранением колеблется от 7 до 32...36%. В таблице 23 приведены данные Б. А. Кригера о равновесной влажности

23. Равновесная влажность (%) зерна различных культур при температуре 12...25 °С

Зерно	Относительная влажность воздуха, %										
	10	20	30	40	50	60	70	75	80	90	95
Пшеницы	6,6	8,4	9,5	10,9	12,2	13,4	14,8	15,3	16,7	20,4	—
Ржи	6,9	8,2	9,6	10,9	12,2	13,5	15,1	16,2	17,5	21,6	24,5
Овса	5,5	7,2	8,8	10,2	11,4	12,5	14	15,2	17	22,6	—
Кукурузы	6,2	7,9	9,3	10,7	11,9	13,1	14,6	15,5	16,5	20,7	25
Гороха	5,3	7,0	8,6	10,3	11,9	13,5	15	15,9	17,1	22	26
Люпина	4,2	6,2	7,8	9,1	10,5	11,7	13,4	14,5	16,7	—	—
Бобов	4,7	6,8	8,5	10,1	11,6	13,1	14,8	15,9	17,2	22,6	27,2

зерновых злаковых и бобовых, а на рисунке 21 — кривые, характеризующие равновесную влажность масляных культур (по А. И. Стародубцевой). Равновесная влажность семян масляных намного ниже, чем злаковых и бобовых. Это объясняется меньшим содержанием в них гидрофильных коллоидов.

Максимальная равновесная влажность зерна, устанавливающаяся при его пребывании в воздушной среде, насыщенной водяными парами (относительная влажность $\varphi = 100\%$), — тот предел, до которого зерно может сорбировать пары воды из воздуха. Дальнейшее увлажнение происходит только при впитывании капельно-жидкой влаги. Установить точно равновесную влажность зерна при $\varphi = 100\%$ довольно трудно, так как при длительном выдерживании в воздухе, насыщенном водяными парами, оно подвергается активному воздействию микроорганизмов и покрывается колониями плесеней. Равновесная влажность зерна и семян зависит также от температуры воздуха: с понижением последней величина равновесной влажности возрастает. При снижении температуры с 30 до 0°C равновесная влажность увеличивается на 1,4%.

Равновесная влажность отдельных зерен или семян в зерновой массе неодинакова вследствие различия их размеров, выполненности и т. д. Даже отдельные анатомические части зерновки или семени характеризуются неодинаковой влажностью. Так, у семян подсолнечника наименьшей гигроскопичностью отличается ядро, а наибольшей — лузга. У зародыша всех злаковых более высокая влажность, чем у эндосперма, и т. д.

Процессы сорбции и десорбции протекают в зерновой массе и в связи с различной исходной влажностью входящих в нее компонентов. Это особенно заметно в свежесобранной зерновой массе, где зерна основной культуры и семена сорных растений резко различны по влажности. Имеются многочисленные данные, показывающие быстрое перераспределение влаги между основным зерном и сорняками (табл. 24). Они свидетельствуют

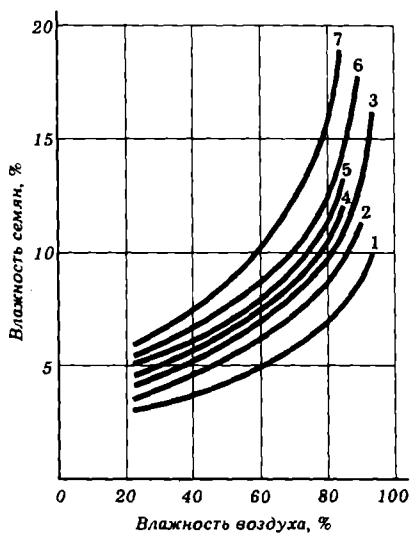


Рис. 21. Равновесная влажность семян масляных культур (по данным А. И. Стародубцевой):

1 — клешевина; 2 — подсолнечник; 3 — горчица сизая; 4 — лен; 5 — рыжик; 6 — хлопчатник; 7 — соя.

24. Передача влаги от сорняков зерну пшеницы в свежееубранной зерновой массе

Время анализа	Влажность, %	
	основного зерна	семян сорных растений
Сразу после уборки комбайном	15,2	58,2
На току, через (ч):		
12	15,7	50,8
24	16,1	41,3
48	16,9	28,0
72	17,8	23,1

также о необходимости немедленной очистки зерновой массы.

При изучении равновесной влажности зерна обнаружено и явление сорбционного гистерезиса. У зерна и продуктов его переработки изотерма десорбции в системе координат расположена выше, чем изотерма сорбции. Поэтому равновесная влажность зерна, характеризуемая изотермой сорбции, всегда меньше, чем характеризуемая изотермой десорбции, при одной и той же относительной влажности воздуха. Наибольшее расхождение между изотермами сорбции 1 и десорбции 2 наблюдается на участке с относительной влажностью воздуха 20...70 % (рис. 22). Разница в равновесной влажности по изотермам зерна пшеницы достигает в среднем 1,2...1,3 %.

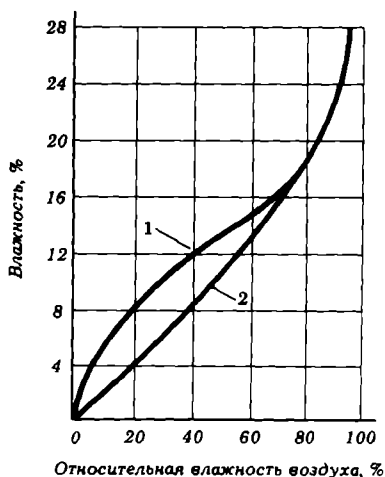


Рис. 22. Изотермы сорбции (1) и десорбции (2) зерна пшеницы.

Явление сорбции и десорбции влаги и изменение равновесной влажности зерна и семян хорошо наблюдаются в полевых условиях. Так, влажность отдельных зерен в колосе в уборочный период сильно варьирует по часам суток, достигая максимума в ранние утренние часы и снижаясь до минимума к полудню и началу второй половины дня, если нет осадков (табл. 25). Учитывая изменение влажности зерна по часам суток, если позволяют организационные возможности (достаточное количество техники и рабочей силы), целесообразно убирать семенные участки в наиболее благоприятные

25. Влажность зерна пшеницы, убираемого в различное время суток
(по данным ВНИИЗ)

Дата и время уборки	Количество зерен влажностью, %				
	до 14 включи- тельно	свыше 14 до 15	свыше 15,5 до 17	свыше 17 до 19	более 19
6 июля от 6 до 7 ч	47	31	11	7	4
6 » » 9 » 10 »	76	17	5	2	—
6 » » 12 » 13 »	99	1	—	—	—
6 » » 21 » 22 »	93	4	—	3	—
7 » » 8 » 9 »	63	13	2	—	2

часы, когда влажность зерновой массы наименьшая и часто не требуется специального досушивания. Величинами равновесной влажности пользуются при активном вентилировании зерновых масс и их сушке.

Теплофизические характеристики. Представление о них необходимо для понятия явлений теплообмена, происходящих в зерновой массе, которые учитывают при хранении, сушке и активном вентилировании.

Теплоемкость. Характеризуется количеством тепла, требуемого для нагревания зерна, и выражается величиной удельной теплоемкости. Последнюю обычно рассчитывают как средневзвешенную величину между теплоемкостью сухого вещества зерна и теплоемкостью воды. Для сухого вещества зерна она составляет 1550 Дж/(кг · °К), или 0,3...0,4 ккал/(кг · °С). Теплоемкость воды 4190 Дж/(кг · °К), или 1 ккал/(кг · °С). Поэтому с увеличением влажности зерна возрастает и его удельная теплоемкость. Теплоемкость учитывают при сушке зерна, так как расход тепла зависит от исходной влажности зерна.

Коэффициент теплопроводности. У зерновой массы он находится в пределах 0,13...0,2 Вт/(м · °К). Низкая теплопроводность зерновой массы обусловлена ее органическим составом и наличием воздуха. С увеличением влажности теплопроводность зерновой массы растет, но все же остается низкой. Плохая теплопроводность зерновых масс, так же как и низкая температуропроводность, играет при хранении и положительную, и отрицательную роль.

Коэффициент температуропроводности. Характеризует скорость изменения температуры в материале, его теплоинерционные свойства. Зерновая масса характеризуется очень низким коэффициентом температуропроводности, то есть обладает большой тепловой инерцией. Коэффициент температуропроводности колеблется в пределах $1,7 \cdot 10^{-7} \dots 1,9 \times 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$.

Положительное значение низкой температуропроводности зер-

новых масс заключается в том, что при правильно организованном режиме (своевременном охлаждении) в ней сохраняется низкая температура даже в теплое время года. Таким образом, представляется возможным консервировать зерновую массу холодом на довольно длительное время. Отрицательная роль низкой теплопроводности состоит в том, что при благоприятных условиях для активных физиологических процессов (жизнедеятельности зерна, микроорганизмов, клещей и насекомых) выделяемое тепло может задерживаться в зерновой массе и приводить к повышению ее температуры (самогреванию).

Скорость изменения температуры в зерновой массе зависит от способа хранения и вида зернохранилищ. При хранении в складах, где высота насыпи зерна невелика, она более доступна действию атмосферного воздуха. Температура здесь изменяется значительно быстрее, чем в силосах элеватора. В них зерновая масса менее подвержена действию атмосферного воздуха, так как в значительной степени защищена стенами силосов, обладающими плохой теплопроводностью.

Термовлагопроводность. Изучение возникновения и развития процесса самогревания показало, что влага в зерновой массе перемещается вместе с потоком тепла. Такое явление миграции влаги в зерновой массе, обусловленное градиентом температуры, называют термовлагопроводностью.

Практическое значение ее огромно. В зерновых массах, характеризующихся плохой тепло- и теплопроводностью отдельных участков, особенно периферийных (поверхность, части, прилегающие к стенам или полу хранилища), происходят перепады температур, приводящие к миграции влаги (главным образом в виде пара) по направлению потока тепла. В результате влажность того или иного периферийного слоя зерновой массы повышается, часто с образованием на поверхности зерен конденсационной влаги. Термовлагопроводность наблюдается в зерновой массе любой влажности.

Термовлагопроводность проявляется и при солнечной сушке зерна. Верхний слой массы, нагреваемый солнечными лучами, передает нижележащим слоям тепло, вместе с которым перемещается и влага. Подсушивание зерновой массы обеспечивают периодическим перелопачиванием.

Контрольные вопросы и задания. 1. Дайте общую характеристику зерновой массы. 2. Как свойства сыпучести и самосортирования влияют на технологию хранения и обработки зерновой массы? 3. Перечислите сорбционные свойства зерновой массы. Каково их значение при хранении и обработке зерна? 4. В чем состоит значение равновесной влажности зерна? 5. Расскажите о явлении термовлагопроводности зерновой массы.

§ 1. Сроки хранения

Живые компоненты зерновой массы (зерна и семена различных растений, микроорганизмы, насекомые и клещи) при известных условиях проявляют свою жизнедеятельность: у них наблюдаются газообмен (дыхание), питание и размножение. Вследствие их активной жизнедеятельности происходит потеря массы сухих веществ зерна, ухудшение его посевных и товарных качеств, выделение тепла. Искусство хранения зерновых масс состоит в умении рационально регулировать указанные процессы, не допускать развития нежелательных явлений, своевременно и грамотно повышать потребительские свойства партий, поддерживать зерновые массы в анабиотическом состоянии. Прежде всего возникает вопрос о возможных сроках хранения зерновых масс. Период, в течение которого зерно и семена сохраняют свои потребительские свойства (посевные, технологические и продовольственные), называют долговечностью.

Различают долговечность биологическую и хозяйственную. Под первой понимают тот промежуток времени, в течение которого в партии или пробе сохраняются способными к прорастанию хотя бы единичные семена. Вторая — период хранения, в течение которого всхожесть семян остается кондиционной и отвечает требованиям государственного нормирования. Технологическая долговечность — срок хранения товарных партий зерна, обеспечивающий их полноценные свойства для использования на пищевые, кормовые или технические нужды. Технологическая долговечность обычно значительно больше долговечности биологической и хозяйственной. Оценка мукомольно-хлебопекарных качеств партий пшеницы и ржи, хранившихся в складах от семи до десяти лет, показала, что выход муки, расход энергии при помеле и качество печеного хлеба из зерна такого «возраста» не отличаются от показателей, полученных при переработке зерна с малыми сроками хранения.

Долговечность зерна и семян зависит от многих факторов, основные из которых: принадлежность их к тому или иному ботаническому виду, условия обработки (очистка, сушка, протравливание и т. д.) и хранения. Большинство семян сельскохозяйственных растений относится к группе мезобиотиков, то есть сохраняют всхожесть при благоприятных условиях хранения пять — десять лет. Однако высокую всхожесть партии семян сохраняют чаще всего три — пять лет. Полного и однозначного объяс-

нения причин потери семенами жизнеспособности при длительном хранении пока нет.

Сохранность мукомольно-хлебопекарных качеств зерна при долгосрочном хранении зависит от его исходных свойств и признаков. Сорта мягкой стекловидной пшеницы обладают большей устойчивостью, чем мучнистые. Хорошо дозревшие партии зерна, подвергавшиеся мягким режимам сушки и охлаждения, выдерживают десятилетний срок хранения без существенных изменений мукомольно-хлебопекарных качеств. Различные резкие воздействия (температурные, механические и т. д.) способствуют старению зерна. С увеличением продолжительности хранения крупяных культур ядро становится более хрупким, в связи с чем уменьшается выход лучших сортов крупы. В масличных культурах распадаются и окисляются жиры. Полученное из таких семян масло без уменьшения его выхода менее пригодно для пищевых и некоторых технических целей.

Долговечность зерна и семян при хранении может быть и кратковременной, если в зерновой массе создаются условия для развития нежелательных процессов. В результате пищевые, технологические и посевные качества партии теряются за несколько дней.

§ 2. Жизнедеятельность зерна и семян

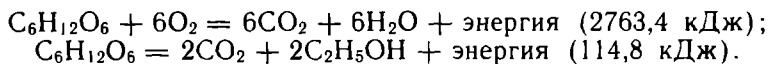
Процесс дыхания. Нормальный процесс жизнедеятельности зерна и семян при хранении — дыхание. Кроме того, в свежееубранных семенах идут биохимические процессы, получившие по их практической значимости (физиологической и технологической) название послеуборочного дозревания. Наконец, при неправильной организации хранения зерновых масс наблюдается естественное или массовое прорастание зерен.

Зерна и семена для поддержания жизни получают необходимую им энергию в процессе диссимиляции запасных органических веществ, главным образом сахаров. Расходуемые сахара пополняются в результате гидролиза или окисления более сложных запасных веществ. В зернах, богатых крахмалом, последний расщепляется при участии ферментов до сахаров, в семенах масличных жиры (входящие в них жирные кислоты) окисляются до сахаров.

Диссимиляция сахаров (гексоз) происходит аэробно, то есть окислением, или анаэробно. С точки зрения организации хранения зерновых масс существенный интерес представляет изучение преобладающего вида диссимиляции, влияния процессов диссимиляции на качество и состояние зерновых масс и факторов, влияющих на интенсивность процессов диссимиляции.

Виды дыхания. При хранении зерна и семян наблюдаются

оба вида диссимиляции, конечный результат которой суммарно выражен следующими уравнениями:



Первое характеризует аэробный процесс диссимиляции — аэробное дыхание, когда наблюдается полное окисление гексозы (глюкозы) с выделением исходных продуктов фотосинтеза — диоксида углерода и воды. Второе — типичное уравнение спиртового брожения, то есть анаэробного процесса, когда гексоза расщепляется с образованием такого малоокисленного органического продукта, как этиловый спирт. При достаточном доступе воздуха в зерне и семенах преобладает процесс аэробного дыхания, однако им свойственно и анаэробное дыхание, которое иногда рассматривают как приспособительный процесс зерна и семян к неблагоприятным условиям окружающей среды.

Представление о типе дыхания можно получить по дыхательному коэффициенту $\text{ДК} = \text{CO}_2 : \text{O}_2$. При полностью аэробном дыхании, протекающем по первому уравнению, дыхательный коэффициент равен 1. При анаэробных процессах увеличивается количество выделяемого диоксида углерода (без потребления кислорода воздуха). Если часть кислорода семена расходуют не только непосредственно в процессе дыхания по приведенному первому уравнению, но и на другие нужды, например на окисление жиров, дыхательный коэффициент меньше единицы. Это характерно для семян масличных культур. Величина дыхательного коэффициента у зерна злаковых и семян бобовых культур при хранении всегда больше единицы при низкой влажности зерна, приближается к единице у зерна влажностью 16...17 % и меньше единицы при влажности более 17 %.

Следствие дыхания. В результате диссимиляции в отдельных зернах и зерновой массе происходят следующие существенные изменения: потеря массы сухих веществ зерна; увеличение количества гигроскопической влаги в зерне и повышение относительной влажности воздуха межзерновых пространств; изменение состава воздуха межзерновых пространств; выделение тепла.

При окислении и разложении гексоз (главным образом глюкозы) происходит невозвратимая потеря сухих веществ зерна или семени. Величина данных потерь зависит от интенсивности дыхания. Поэтому изучение факторов, влияющих на интенсивность этого процесса, представляет большой интерес для организации борьбы с потерями физической массы.

Вода, выделяющаяся при дыхании, чаще всего удерживается зерном и зерновой массой, увеличивается ее влажность, что, в свою очередь, приводит к более интенсивному газообмену и со-

здает предпосылки для развития микроорганизмов. Влагонасыщенность воздуха межзерновых пространств может возрастать до предела и приводить к образованию конденсационной влаги на поверхности зерен — их «отпотеванию». Такие явления особенно характерны для свежееубранной зерновой массы с повышенной физиологической активностью.

Паровоздушная среда в зерновой массе при хранении претерпевает и другие изменения. В результате дыхания зерна выделяется диоксид углерода. Если хранящуюся зерновую массу не перемешают, то диоксид углерода как более тяжелый частично задерживается в межзерновых пространствах. Это отчетливо наблюдается во внутренних участках больших насыпей и особенно в достаточно герметичных хранилищах. В зерновой массе создаются условия, вынуждающие клетки зерен и другие организмы, способные к анаэробному дыханию, переходить на данный вид дыхания.

Продукт анаэробного дыхания — этиловый спирт. Он угнетающе действует на жизненные функции клеток и приводит к потере жизнеспособности зерна.

В процессе дессимиляции освобождается энергия. При аэробном дыхании полностью окисляется глюкоза с выделением тепла 2763,4 кДж на грамм-молекулу глюкозы. При анаэробном дыхании его выделяется всего 114,8 кДж, так как в этом случае глюкоза не расщепляется полностью до воды и диоксида углерода. В покоящихся зернах и семенах почти все тепло выделяется в окружающую среду. Образующееся в зерновой массе тепло вследствие ее плохой теплопроводности может задерживаться в ней и приводить к самосогреванию.

Таким образом, при дыхании зерна происходят потери массы сухого вещества, увеличивается влажность зерновой массы, изменяется состав воздуха межзерновых пространств и накапливается тепло. Все это приводит к необходимости организации хранения зерновых масс в условиях, сокращающих до минимума процессы дыхания.

Факторы, влияющие на интенсивность дыхания. Исходя из уравнений дыхания, интенсивность процесса выражают несколькими показателями: потерей массы сухих веществ (в миллиграммах или процентах); количеством тепла, выделяемого при дыхании (калориметрически); количеством поглощенного кислорода или выделенного диоксида углерода. Чаще всего интенсивность дыхания зерновой массы характеризуют количеством диоксида углерода (в миллиграммах или миллилитрах), выделенного 100 и 1000 г сухого вещества зерна за 24 ч. Для определения интенсивности дыхания используют различные аппараты.

Интенсивность дыхания зерна и семян всех культур при хранении закономерно зависит от одних и тех же факторов, которые

разделяют на две группы: влияющие на интенсивность дыхания в любой зерновой массе (к ним относят влажность, температуру и степень аэрации зерновой массы); имеющие существенное значение только при хранении отдельных партий зерна и вытекающие из их специфических особенностей.

Критическая влажность зерна и семян. Чем зерно влажнее, тем интенсивнее оно дышит. Интенсивность дыхания очень сухих зерен (пшеницы, ржи, ячменя, овса, кукурузы и бобовых влажностью до 11...12 % и высокомасличных влажностью 4...5 %) ничтожна. Наоборот, очень сырое зерно (влажностью более 30 %) и семена масличных (влажностью более 15...20 %), находящиеся в неохлажденном состоянии при свободном доступе воздуха, теряют 0,05...0,2 % сухих веществ в сутки.

Такое положение хорошо объяснимо. Только при появлении в зерне или семенах свободной влаги резко возрастают активность гидролитических и дыхательных ферментов, интенсивность дыхания, а следовательно, и расход сухих веществ. Влажность, при которой в зерне появляется свободная влага и резко возрастает интенсивность дыхания зерна и семян, называют критической.

Если выразить интенсивность дыхания зерна различных культур в осях координат (при постоянной температуре 20 °С), то каждая из полученных кривых состоит как бы из двух частей: первая идет почти параллельно оси абсцисс с постоянным небольшим удалением от нее, вторая резко поднимается вверх. Переломная точка кривых совпадает с появлением в зернах и семенах свободной влаги и характеризует величину критиче-

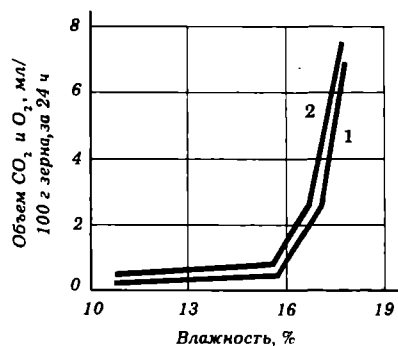


Рис. 23. Зависимость интенсивности дыхания зерна пшеницы от его влажности по поглощению O_2 (1) и выделению CO_2 (2).

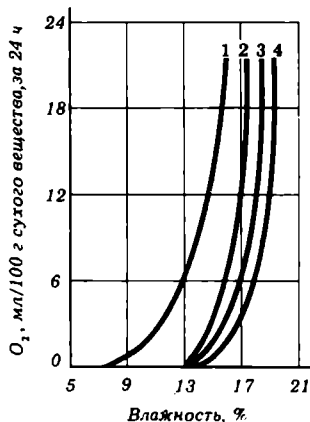


Рис. 24. Влияние влажности на интенсивность дыхания зерна и семян различных культур:
1 — лен; 2 — рис; 3 — просо; 4 — овес.

ской влажности. Впервые такие кривые получили и объяснили профессора А. Р. Кизель и В. Л. Кретович (рис. 23) и американский профессор Ч. Бэйли.

Величина критической влажности зерна и семян различных культур смещается в осях координат главным образом в связи с особенностями их химического состава (рис. 24), так как граница появления свободной воды зависит от массы гидрофильных коллоидов. Если содержание гидрофильных коллоидов в зернах и семенах принять за 100 %, исключив из их массы часть, принадлежащую на жиры, то уровень критической влажности для зерен и семян любой культуры почти одинаковый (13...15 %). На рисунках 25 и 26 приведены данные, характеризующие зависимость между влажностью семян масличных культур, количеством в них жира и интенсивностью дыхания. Величины критической влажности зерна и семян различных культур следующие (%):

Гороха, фасоли, вики, чечевицы, кормовых бобов, семян кормовых трав (бобовых)	15...16
Пшеницы, ржи, ячменя, семян злаковых кормовых трав	14,5...15,5
Кукурузы, проса, сорго, лука-чернушки, столовой свеклы	12,5...14
Томатов	11,5...12,5
Подсолнечника (среднемасличного), рапса, моркови	10...11
Огурцов	9,5...10,5
Капусты	9...10
Подсолнечника (высокомасличного) и клещевины	0...8

Зерно и семена основных злаковых культур влажностью до 14 % (ниже критической) устойчивы. Их можно хранить в насыпи большой высоты (до 30 м и более). Зерно средней сухости, находящееся на грани критической влажности, дышит примерно в два — четыре раза интенсивнее сухого, но у него малый газообмен, поэтому такое зерно достаточно устойчиво при хранении. Влажное зерно дышит в четыре — восемь раз интенсивнее сухого, сырое (влажностью свыше 17 %) — в 20...30 раз энергичнее сухого. По мере дальнейшего увлажнения зерна и накопления в нем свободной воды интенсивность дыхания нарастает. Приводимые почти всеми авторами данные о большой интенсивности дыхания зерна и семян при высокой влажности, в сущности, характеризуют суммарную интенсивность дыхания зерновой массы, так как в данных условиях активно дышат и размножаются микроорганизмы.

Температура зерновой массы. С повышением температуры интенсивность дыхания зерна при хранении увеличивается. В определенном интервале температур увеличение

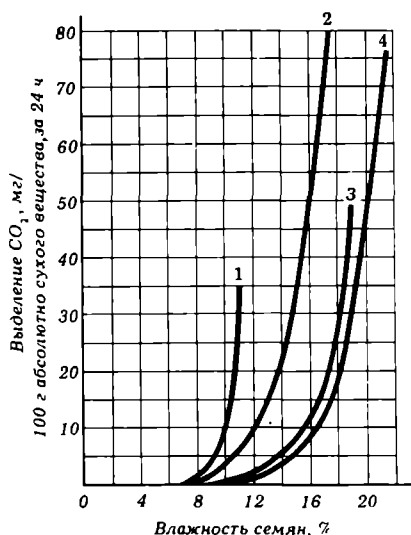


Рис. 25. Зависимость интенсивного дыхания семян масличных культур от влажности и содержания жира:
 1 — клещевина (53,3 %); 2 — подсолнечник (40,9 %); 3 — хлопчатник (25,1 %); 4 — соя (21,1 %).

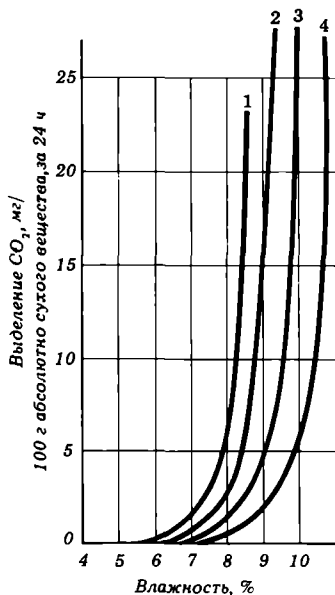


Рис. 26. Влияние влажности и масличности семян подсолнечника на интенсивность дыхания:
 1 — жира 46,67 %; 2 — 43,3; 3 — 39,2; 4 — жира 30,2 %.

подчиняется правилу Вант-Гоффа. При высоких температурах (50 °C и более) интенсивность дыхания снижается вследствие разрушения веществ, входящих в состав клеток зерна (белков, ферментных систем и др.). Это хорошо иллюстрируют данные В. Л. Кретовича и А. П. Прохоровой (рис. 27): одну пробу пшеницы разделяют на части, которые увлажняют до различной влажности.

Степень воздействия повышенных температур на интенсивность дыхания зерна и его жизненные функции зависит также от времени, в течение которого зерно находилось в условиях данных температур. Так, максимальная интенсивность дыхания зерна пшеницы при температуре 50...55 °C проявляется только короткий срок. Если влажность зерна выше критической, при увеличении времени воздействия указанных температур интенсивность дыхания падает тем быстрее, чем выше влажность зерна.

При пониженных температурах газообмен резко снижается и не наблюдается скачок, характерный для критической влажности. При температуре 0 и 10 °C интенсивность дыхания зерна даже влажностью 18 % ничтожна. Критическая влажность зерна

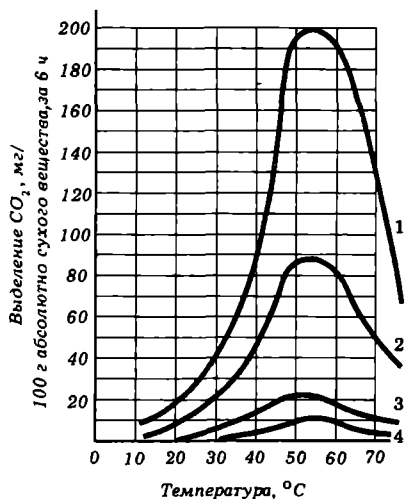


Рис. 27. Влияние температуры на интенсивность дыхания зерна:
1 — влажность 22 %; 2 — 18; 3 — 16; 4 — влажность 14 %.

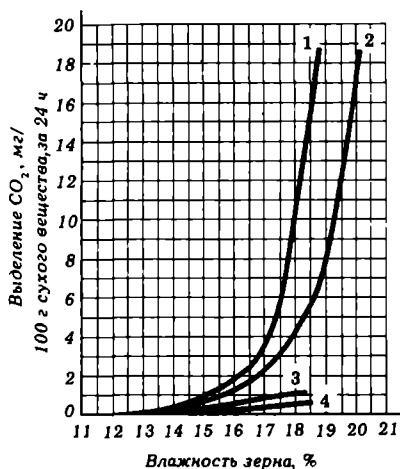


Рис. 28. Зависимость интенсивности дыхания зерна пшеницы от влажности и температуры:
1 — 18...25 °C; 2 — 18; 3 — 10; 4 — 0 °C.

пшеницы отчетливо проявляется лишь при температуре 18 °C и выше (рис. 28). Подобные данные показывают исключительное значение пониженных (до 10 °C) температур для сохранения зерна.

Состав газовой среды. Интенсивность и характер дыхания зерна и семян находятся в прямой зависимости от состава окружающей газовой среды. Только в присутствии кислорода возможно их нормальное (аэробное) дыхание. Это прежде всего относится к семенам с влажностью, близкой к критической или выше ее. На жизнеспособность сухого зерна существенно не влияют даже большие концентрации диоксида углерода и полное отсутствие кислорода. Интенсивность дыхания у такого зерна ничтожно мала, и в его клетках почти не образуется продуктов анаэробного распада.

При длительном хранении зерновых насыпей без перемещения и искусственного продувания в межзерновых пространствах иногда создаются условия для накопления диоксида углерода и потери кислорода. Это зависит от степени герметичности хранилища. Состав газовой среды чаще изменяется в зерновых массах, хранящихся во внутренних силосах элеватора, сооруженных из монолитного железобетона, а также в фундаментальных складах из камня, кирпича и железобетона с плотными полами (асфальтовыми и подобными им).

Таким образом, зерновые массы (основных зерновых и бобо-

вых) влажностью ниже критической на 2...3 % довольно длительное время (до года) сохраняют всхожесть и энергию прорастания без обмена состава воздуха в межзерновых пространствах. Зерновые массы влажностью, близкой к критической и выше, при недостатке кислорода теряют посевные качества в первые месяцы хранения (рис. 29).

Из факторов, имеющих значение для отдельных партий зерна, необходимо отметить ботанические особенности, зрелость, выполненность и крупность зерен, наличие травмированных и проросших зерен. В пределах уравнинной критической влажности интенсивность дыхания зерна кукурузы, сорго, проса, овса и семян подсолнечника бóльшая, чем зерна пшеницы, ржи, ячменя и семян бобовых культур. Некоторые отклонения существуют даже в пределах рода: зерно мягкой мучнистой пшеницы дышит более энергично, чем зерно стекловидной и тем более твердой.

Примесь в партии зерна незрелых зерен (зеленых, морозобойных и т. д.) резко увеличивает интенсивность дыхания даже при их низкой влажности. У щуплых зерен повышенная интенсивность дыхания по сравнению с нормально выполненными. Повышенный газообмен свойствен травмированным и битым зернам, проросшим или начинающим прорастать. Таким образом, все зерновые массы, содержащие зерна и семена с указанными отклонениями, характеризуются повышенной интенсивностью дыхания и менее стойки при хранении. Интенсивность дыхания семян сорных растений зависит от всех факторов, влияющих и на основное зерно.

§ 3. Послеуборочное дозревание

Партии свежубранного зерна или семян далеко не всегда обладают достаточно хорошими посевными, а иногда и технологическими качествами. Объясняется это тем, что ко времени уборки зерно не достигает полной физиологической спелости, в нем не закончены процессы вторичного синтеза. Если условия хранения окажутся благоприятными, то в зерне повышаются

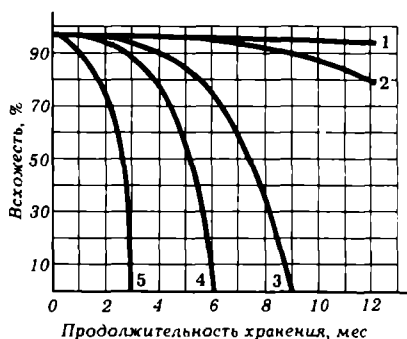


Рис. 29. Снижение всхожести зерна пшеницы различной влажности при хранении без доступа воздуха и температуре 15...20 °С (по данным А. И. Клева):

1 — влажность 11,3%; 2 — 14,32; 3 — 16,45; 4 — 19,55; 5 — влажность 22 %.

26. Изменение некоторых признаков зерна пшеницы двух сортов при послеуборочном дозревании

Время анализа	Первый образец				Второй образец			
	Всхо- жесть, %	Энергия прорас- тания, %	Влаж- ность, %	Небелко- вый азот, % к об- щему	Всхо- жесть, %	Энергия прорас- тания, %	Влаж- ность, %	Небелко- вый азот, % к об- щему

Непосредственно после уборки	19,5	0,6	16,1	10,0	81	21	16,0	12,6
Через 20 сут	98,0	78,0	12,7	7,5	92	63	11,5	9,3
» 60 сут	99,0	99,0	11,3	5,7	99	99	10,5	5,7

всхожесть, энергия прорастания и улучшаются некоторые технологические свойства. В зерне после отлежки при определенных условиях уменьшается количество водорастворимых веществ и небелкового азота, повышаются всхожесть и энергия прорастания (табл. 26), из сахаров синтезируется крахмал, из жирных кислот и глицерина — жир и т. д. Комплекс процессов, происходящих в зернах и семенах при хранении, улучшающий их посевные и технологические качества, называют **п о с л е у б о р о ч н ы м д о з р е в а н и е м**.

Если представить нормальный ход процессов при послеуборочном дозревании в виде кривой (рис. 30), то по мере их завершения активность ферментов и интенсивность дыхания зерна понижаются, оно становится физиологически зрелым и вступает в состояние покоя. Это положение хорошо иллюстрируют данные А. П. Прохоровой на примере послеуборочного дозревания партии овса

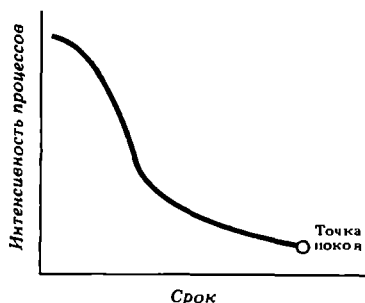


Рис. 30. Снижение интенсивности физиологических процессов в зерне во время послеуборочного дозревания.

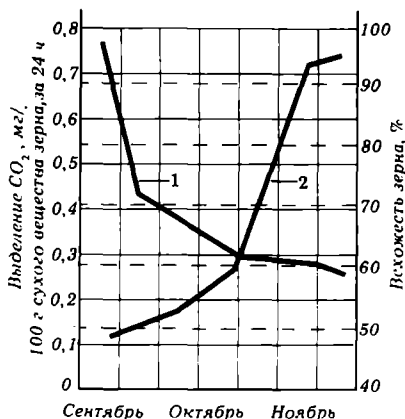


Рис. 31. Изменение интенсивности дыхания и всхожести зерна овса при послеуборочном дозревании:
1 — CO_2 ; 2 — всхожесть.

влажностью 14,2...14,5 %. По мере созревания резко увеличивается всхожесть семян и снижается интенсивность дыхания (рис. 31).

Послеуборочное созревание происходит только в тех случаях, когда синтетические процессы в семенах преобладают над гидролитическими. Оно становится возможным лишь при низкой влажности зерна.

В свежубранном зерне повышенной влажности преобладают процессы гидролиза. В подобных условиях посевные качества семян не только не улучшаются, но могут и снизиться. Послеуборочного созревания в таких партиях ожидать бесполезно, принимают срочные меры для консервации семян сушкой или охлаждением. Правильно проведенная тепловая сушка не только останавливает гидролитические процессы, но и способствует послеуборочному созреванию.

Второе важнейшее условие, влияющее на ход процессов послеуборочного созревания, — температура. Семена созревают только при положительной температуре и наиболее интенсивно при 15...30 °С. Поэтому в первый период хранения сухие свежубранные семена сильно не охлаждают. Наблюдая за партиями таких семян и подвергая их периодическому проветриванию, завершения процессов созревания добиваются в течение 1...2 мес.

Если семена повышенной влажности нельзя высушить, то их консервируют охлаждением (но не промораживанием). Послеуборочное созревание завершается через некоторое время после снижения влажности и повышения температуры. Однако всхожесть и энергия прорастания таких семян обычно не достигают возможного максимума. Недостаток кислорода и накопление в зерновой массе диоксида углерода замедляют созревание, а иногда даже снижается первоначальная всхожесть семян.

Естественные благоприятные условия для послеуборочного созревания зерна и семян многих культур существуют в южных районах нашей страны. Уборку там заканчивают в теплое время года, зерновые массы поступают в хранилище сухими или средней сухости, зерно проходит нормальный процесс созревания. Значительно труднее обеспечить послеуборочное созревание зерна в районах средней и северной зон. В некоторые годы урожай здесь убирают в дождливую погоду и при высокой относительной влажности воздуха, в результате зерно поступает на хранение с повышенной влажностью. Только сушка или временное охлаждение позволяют сохранить жизнеспособность и хорошую всхожесть зерна. Если нет возможностей для тепловой сушки, весной проводят тепловой обогрев.

Таким образом, первый период хранения зерновых масс нового урожая по активности и многообразию протекающих в них процессов наиболее сложен. В это время необходимы специфич-

ческий подход к организации хранения партий зерна с различной влажностью и систематический контроль за их состоянием. Во всех рекомендациях по хранению зерна даны указания о необходимости ежедневной проверки температуры свежесобранной зерновой массы и тщательного наблюдения за ее состоянием.

§ 4. Прорастание зерна (семян) при хранении

Прорастание сопровождается интенсивным дыханием зерна, значительным выделением энергии, большими потерями сухих веществ, ухудшением технологических качеств. Еще Ж. Буссенго доказал, что при прорастании семян освобождается огромное количество энергии, выделяемой в виде тепла, а потери сухого вещества иногда достигают 45...57 %. Прорастание зерна любого целевого назначения при хранении недопустимо. Влажность — единственный фактор, ограничивающий возможность прорастания зерна во время хранения. Другие условия, способствующие прорастанию (температура и кислород), присутствуют практически всегда.

Для начала прорастания зерна и семян влаги нужно значительно больше, чем ее может быть сорбировано в виде пара. Даже при максимальной равновесной влажности зерна и семян злаковых и бобовых (32...36 %) прорастание невозможно. Только поглощение капельно-жидкой влаги позволяет семенам набухнуть и начать прорасти.

При правильной организации хранения в зерновых массах нет капельно-жидкой влаги. Она образуется только в результате термовлагопроводности (при значительных перепадах температур) или попадает в зерно при неисправности стен, крыши или пола хранилищ, то есть в результате подмочки атмосферными или грунтовыми водами. Любой случай прорастания зерновых масс рассматривают как результат неправильного или небрежного хранения, отсутствия наблюдений за данной партией.

§ 5. Жизнедеятельность микроорганизмов

Ежегодно в мировом хозяйстве при хранении теряют 1...2 % сухих веществ зерна в результате активной жизнедеятельности его микрофлоры, главным образом бактерий и плесневых грибов. Потери массы сопровождаются и огромными потерями качества.

Наибольшее воздействие микроорганизмов наблюдают в зонах с повышенной влажностью, когда убираемый урожай представляет благоприятную среду для развития сапрофитной (в том числе и эпифитной) микрофлоры. Несвоевременное доведение зерновых масс до состояния, исключающего развитие микроор-

ганизмов, вызывает потери массы и качества зерна, и в первую очередь его посевных достоинств.

Факторов, влияющих на состояние и развитие сапрофитных микроорганизмов, очень много. Решающее значение имеют: средняя влажность зерновой массы и влажность ее отдельных компонентов (основного зерна, примесей и воздуха межзерновых пространств), температура и степень аэрации. Существенную роль играют целость и состояние покровных тканей зерна, его жизненные функции, количество и видовой состав примесей. Здесь приведен минимум сведений, необходимых для правильной организации хранения зерновых масс.

Свойственная зерновой массе микрофлора сохраняется длительное время даже в условиях, исключающих ее активное развитие. Правда, численность микроорганизмов постепенно уменьшается, видовой состав изменяется в процентном отношении. Объясняется это тем, что при длительном хранении постепенно отмирают неспоровые бактерии, а бактерии, образующие споры, и споры плесневых грибов сохраняются (табл. 27).

В свежееубранном зерне к типичным эпифитным бактериям, не образующим спор, относятся представители семейства *Enterobacteriaceae* (род *Erwinieae*) и *Pseudomonadaceae* (род *Pseudomonas*). Среди них преобладает *E. herbicola* — подвижная мелкая (1...3 мкм) палочка (факультативный анаэроб), создающая на плотных средах колонии золотистого цвета. В значительно меньших количествах присутствуют *P. fluorescens* — тоже палочки (строгие аэробы), образующие на плотных средах бесцветные или сероватые колонии, вызывающие флюоресценцию среды. Иногда на зерне находят *E. herbicola rubrum*, создающие колонии красноватого цвета.

Перечисленные бактерии не могут разрушать (гидролизовать) оболочки зерна и не участвуют непосредственно в его порче. Лишь в свежееубранной зерновой массе, обладая большей способностью к газообмену, они выделяют много тепла, чем и способствуют возникновению самосогревания.

27. Изменение численности и видового состава микрофлоры в 1 г зерновой массы ржи при хранении

Срок хранения	Общее количество, тыс. экземпляров	В том числе, %			
		<i>E. herbicola</i>	споровых бактерий	плесневых грибов	дрожжей
Свежееубранное зерно	280	96	0,7	1,3	2,0
1 год	220	90	7,4	2	0,6
3 года	90	56,5	40	3,5	—
5 лет	40	12	76	6	—
7 »	7	4	88	8	—

Эпифитные бактерии гибнут при активном развитии на зерне кокковых форм и плесневых грибов. Это позволяет считать *E. herbicola* биологическим индикатором, характеризующим состояние зерновой массы. По ее содержанию судят о свежести данной партии зерна и продолжительности ее хранения.

Спорообразующие бактерии в зерновой массе представлены главным образом картофельной (*Bac. mesentericus*) и сенной (*Bac. subtilis*) палочками (считают, что они идентичны). Будучи типичными сапрофитами и обладая высокоустойчивыми спорами, эти палочки сохраняются в зерновой массе длительное время. В единичных экземплярах бактерии всегда обнаруживаются на свежесобранном и хранившемся зерне. Относительная численность их сильно возрастает при длительном хранении, а в партиях сильно запыленного или подвергнувшегося самосогреванию зерна резко возрастает и абсолютная численность.

Картофельная и сенная палочки активно участвуют в процессе самосогревания и форсируют его в зоне высоких температур (30...40 °С). Споры их (рис. 32) очень устойчивы: они выдерживают нагревание до 109...113 °С в течение 45 мин, а кипячение — несколько часов. При помоле зерна значительная часть их падает в муку.

Если споры не подавляют в процессе приготовления теста (для этого повышают его кислотность), то при выпечке хлеба они сохраняются. При известных условиях (медленном охлаждении хлеба после выпечки или хранении его при повышенных положительных температурах) палочки бурно размножаются в мякише, хлеб портится. Такой порок печеного хлеба называют тягучей или картофельной болезнью. При ее развитии мякиш теряет упругость, делается липким и тянущимся, в нем появляются тонкие серебристые нити, образуются очень неприятные запахи и

вкус. Хлеб становится непригодным для употребления. Разрушение хлеба и образование запаха происходят под действием активных ферментов, гидролизующих белки и крахмал.

Микрофлора зерновой массы почти полностью состоит из аэробных микроорганизмов, количество строгих анаэробов в ней ничтожно. В связи с этим при хранении в обычных хранилищах (складах и даже силосах элеваторов), на токах и в бунтах при других благо-

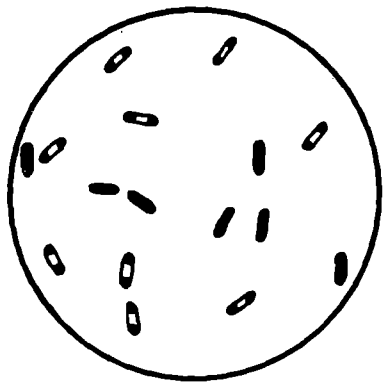


Рис. 32. Бактерии и споры (овальные) сенной палочки.

приятных факторах (температуре и влажности) всегда существуют условия для развития микробов. Только полная герметизация зерновой массы и отсутствие запаса в ней кислорода исключают возможность развития аэробных микроорганизмов.

Основную часть микрофлоры зерновой массы составляют мезофильные микроорганизмы (минимум развития при температуре 5...10 °С, оптимум — при 20...40 и максимум — при 40...45 °С). Следовательно, понижение температуры зерновых масс при хранении до 8...10 °С и ниже значительно задерживает развитие микроорганизмов (табл. 28).

Низкие температуры оказывают в основном лишь консервирующее действие на микрофлору. Часть ее, например многие плесневые грибы, может медленно развиваться в этих условиях и даже при более низкой температуре (0...5 °С). Некоторое снижение всхожести сырых семян кукурузы при температуре —5 °С объясняется в основном не действием низкой температуры, а результатом повреждения зародыша плесневыми грибами. Однако для этого требуются месяцы.

Влажность — важнейшее условие, определяющее возможность развития микроорганизмов в зерновой массе. При относительно равномерном распределении влаги в зерновой массе интенсивное развитие микроорганизмов наблюдают только при влажности выше критической. Чем больше свободной влаги в зерне и примесях, тем интенсивнее развиваются микроорганизмы. Но в связи с тем что среди микробов, находящихся в зерновой массе, присутствуют ксерофиты, мезофиты и гидрофиты, динамика развития отдельных представителей микрофлоры зависит от влажности зерна.

Наименее требовательны к влаге плесневые грибы. Их активное развитие при других благоприятных условиях (оптимальной температуре, доступе кислорода и др.) возможно при влажности зерна основных культур 15...16 % и более, так как среди плесневых грибов, распространенных на зерне, много ксерофитов (*Aspergillus restrictus*, *Asp. glaucus*, *Asp. repens*, *Asp. candidus*) и мезофитов (другие виды *Aspergillus*, *Penicillium*, представители муконовых, кладоспориум, альтернария и др.). Колонии бак-

28. Влияние температуры на развитие плесневых грибов (тыс. в 1 г) в зерновой массе пшеницы влажностью 18,2 % (по данным ВНИИЗ)*

Температура, °С	Срок хранения, сут					
	.10	20	30	40	50	60
20	2,7	19	46	240	2300	2100
8	0,7	1,2	2	2,6	5,9	8,6

* Содержание в исходном зерне в обоих случаях 1,5 тыс. в 1 г.

терий и дрожжей образуются только при влажности 18 % и более.

Некоторые плесневые грибы-ксерофиты способны медленно развиваться в зерне с влажностью на уровне критической и даже менее ее. Это особенно заметно при температуре, близкой к оптимальной (15...20 °С и более). Так, *Asp. restrictus* медленно развивается на зерне ржи при влажности 14...15 %. Все ксерофиты из рода *Aspergillus* растут на зерне кукурузы при влажности 13...14 %, постепенно воздействуя на зародыш.

Очень важный и решающий фактор в начальный период развития микроорганизмов — неравномерность распределения влаги в зерновой массе. При средней влажности, не выходящей за уровень критической, в ней возможны более увлажненные участки. Это особенно характерно для свежееубранной зерновой массы, где влажность компонентов (отдельных зерен, семян сорных растений и т. д.) может быть различной.

Исключительно благоприятные условия для бурного развития микроорганизмов создаются при образовании в зерновой массе конденсационной (капельно-жидкой) влаги. Она появляется на поверхности зерен и очень хорошо используется бактериями и спорами плесневых грибов. В данном случае возможно развитие микроорганизмов при влажности зерновой массы ниже критической. Таким образом, снижение влажности зерна до уровня ниже критической и предупреждение образования в зерновой массе капельно-жидкой влаги — надежное средство защиты от активного воздействия микроорганизмов.

Травмированные зерна (дробленые, колотые, с поврежденными оболочками и т. д.) способствуют активному развитию микроорганизмов. При нарушении покровных тканей внутренние части зерна становятся доступными для питания многих микроорганизмов, не способных разрушать клетчатку, ускоряется развитие плесневых грибов. В таблице 29 приведены данные о развитии плесневых грибов на целых и обрубленных зернах проса влажностью 17 %.

29. Количество (%) пораженных плесенью зерен проса (по данным ВНИИЗ)

Содержание обрубленных зерен в зерновой массе проса. %	Среди целых зерен				Среди обрубленных зерен			
	Срок хранения, сут							
	2	6	9	14	2	6	9	14
15	3	3	8	8	3	20	35	50
20	4	4	12	10	5	19	37	55
30	4	6	13	13	4	25	45	55

На численность микрофлоры, ее видовой состав и возможность развития влияют количество и состав примесей: чем больше примесей в зерновой массе, тем значительнее и ее насыщенность микроорганизмами. Особенно обильной микрофлорой отличаются испорченные и битые зерна, органический и минеральный сор. В зависимости от засоренности зерновой массы пшеницы от 31 до 66 % микрофлоры находится в примесях.

Решающее влияние на состояние и качество зерновой массы оказывают плесени хранения. Несмотря на малую численность, в свежееубранном зерне при активном развитии они занимают преобладающее положение: содержание плесневых грибов возрастает в сотни и тысячи раз, изменяются признаки свежести партии зерна, понижается всхожесть и выделяется огромное количество тепла. Кроме того, среди них имеются штаммы, образующие микотоксины. Больше всего токсинов накапливают аспергилловые грибы (например, *Aspergillus flavus* образует афлатоксины).

Как в свежееубранной, так и в долго хранившейся зерновой массе всех культур сначала развиваются плесневые грибы. Они более приспособлены к существованию, чем бактерии и дрожжи. Это объясняется следующими свойствами плесеней: способностью размножаться при меньшей влажности зерновой массы, в том числе и относительной влажности воздуха межзерновых пространств; невысоким температурным оптимумом (20...40 °С) и способностью хорошо развиваться при более низкой температуре (15...20 °С); аэробным характером дыхания (при обычных способах хранения в зерновой массе достаточный запас кислорода); большим ассортиментом гидролитических ферментов, способных интенсивно воздействовать на покровные ткани зерна и содержащиеся в нем вещества.

При активном развитии плесневых грибов в зерновой массе изменяется и их видовой состав. Так называемые «полевые» плесени, характерные для эпифитной микрофлоры зерна (*Cladosporium* и др.), исчезают и вместо них развиваются типичные плесени хранения, а среди последних прежде всего представители родов *Aspergillus* и *Penicillium*. Присутствие большого количества плесеней хранения и отсутствие «полевых» свидетельствуют о том, что в зерновой массе идут или происходили активные микробиологические процессы. Такие зерновые массы при дальнейшем хранении менее устойчивы.

§ 6. Жизнедеятельность насекомых и клещей

Вредители хлебных запасов — насекомые и клещи при благоприятных условиях для их существования интенсивно питаются, дышат и размножаются. Ниже приведены основные положения,

которые необходимо учитывать при хранении семенных, продовольственных и фуражных фондов.

Насекомые и клещи находятся в зерновых массах, продуктах переработки зерна (муке, крупе, комбикормах) и хранилищах, где они расселяются в трещинах элементов конструкций (стенах, опорах, полах), то есть там, где возможно скопление остатков продуктов: просыпей, органической пыли и т. д. При большой зараженности хранилища насекомых легко обнаруживают даже при беглом осмотре.

Таким образом, зерно или продукты его переработки могут заразить вредители, ранее находившиеся в хранилищах. Иногда хранилище, подготовленное к приему продуктов, заражается от помещенных в него зараженных партий зерна.

Насекомые и клещи различных стадий развития могут длительное время находиться без пищи. Поэтому естественного и полного обеззараживания хранилищ, не загруженных продуктами в течение нескольких месяцев, обычно не происходит.

Повышенная влажность воздуха и температура, пониженная по сравнению с оптимальной, позволяют насекомым и клещам более длительное время существовать без пищи. Наиболее устойчивы гипопусы клещей. Если хранилище не очищено от органических остатков, зараженность сохраняется в течение года или нескольких лет.

Зерновые продукты и хранилища могут оказаться зараженными в результате заноса вредителей грызунами и птицами. На их покровах очень часто обнаруживают большое количество клещей, а иногда и мелких насекомых. Кроме того, вредители могут попасть в хранилище вместе с инвентарем и тарой, иногда их заносит сильный ветер от недалеко расположенных зараженных объектов. Поэтому необходимо соблюдать правила эксплуатации хранилищ и обращения с зерновыми массами.

Температура — важнейший фактор, определяющий возможность и интенсивность развития насекомых и клещей в зерновых продуктах и хранилищах. Нижний температурный предел активного существования перечисленных вредителей находится на уровне 6...12 °С, верхний — 36...42 °С. Между указанными порогом лежат оптимальные температурные точки развития каждого вида. За их пределами как в сторону низких, так и в сторону высоких температур наступает депрессия: насекомые и клещи становятся почти совсем неподвижными. При низкой температуре наступает холодное оцепенение, при повышенной — состояние тепловой депрессии. Дальнейшее отклонение от температурных порогов приводит насекомых к гибели.

Для большинства вредителей температурный оптимум находится в пределах 26...29 °С. У клещей он различается больше. Для мучного клеща оптимальны более низкие температуры

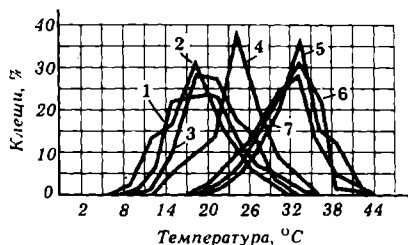


Рис. 33. Отношение разных видов клещей к положительным температурам: 1 — удлинённый; 2 — мучной; 3 — хищный; 4 — волосатый; 5 — Родионова; 6 — гладкий; 7 — темноногий.

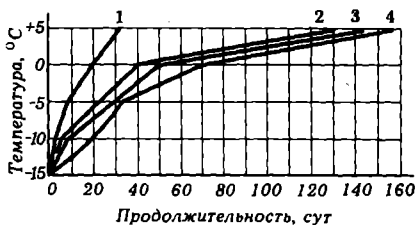


Рис. 34. Влияние низких температур на скорость отмирания амбарного долгоносика при влажности зерна 15...16% (по данным Р. С. Ушатинской): 1 — яйца; 2 — личинки; 3 — куколки; 4 — жуки.

(14...23 °C), для клеща Родионова — 29...35 °C (рис. 33). Отклонение от температурного оптимума в сторону повышения или понижения значительно увеличивает срок прохождения фаз развития или приостанавливает его совсем (табл. 30 и 31).

Среди вредителей зерна существуют более и менее теплолюбивые. Наиболее теплолюбивы зерновой точилицы, рисовый долгоносик, южная амбарная огневка, амбарная моль, суринамский мукоед и клещ Родионова. Низкий температурный оптимум

30. Продолжительность развития (сут) одного поколения амбарного долгоносика в зависимости от температуры (°C)

Температура	Продолжительность развития	Температура	Продолжительность развития
27	28	17...20	80...57
25...26	33...30	15...18	95...61
23...24	38...32	12	209
20...22	58...44		

31. Продолжительность развития (сут) одного поколения мучного клеща в зависимости от температуры (°C)

Температура	Яйца	Личинки	Нимфы		Половозрелый	Поколение
			первой	второй		
4,8...6	35...42	25...38	21...24	18...22	2...3	101...129
9...10,6	16...20	10...12	8...10	8...11	2...3	52...61
11...13	8...11	9...11	9...11	9...10	2...3	32...48
12...15	8...10	8...11	8...11	8	2...3	34...45
16...19	7...8	8...10	7...9	6...7	2	30...36
20...22	6...7	7...8	6...7	5...6	1...2	17...23
25...27	3...4	4...5	2...3	2...3	2	14...16

характерен для притворяшки-вора и мучных клещей. При температуре 12...16 °С размножение насекомых сильно задерживается, особенно увеличиваются сроки выхода личинок из яиц и продолжительность их развития.

Большинство насекомых плохо переносит температуру 10...11 °С. В этих условиях прекращаются спаривание и кладка яиц, задерживается развитие всех фаз, насекомые становятся малоподвижными и вяло питаются. Длительное пребывание при низкой температуре приводит к медленному отмиранию. При температуре около 0 °С наступает окончание, а при более низкой — смерть насекомых (рис. 34).

Более устойчивы к пониженным температурам клещи. Мучной, удлинённый и волосатый клещи при температуре около 10 °С еще питаются, размножаются и передвигаются. Однако продолжительность их эмбрионального и личиночного развития возрастает в несколько раз по сравнению с оптимальными условиями.

Нахождение в течение суток при температуре —15 °С губельно для насекомых и клещей. Исключение составляют гипопусы, выживающие в этих условиях дольше 120 дней. Температуру —1...—1,5 °С амбарные долгоносики выдерживают более 70 дней, рисовые — 16, суринамские мукоеды — 26, хрущаки — 17 дней. Действие низкой температуры проявляется тем значительнее, чем быстрее были охлаждены зерновая масса или другие продукты, содержащие вредителей.

При температуре более 35 °С прекращается кладка яиц. Температура выше 38...40 °С вызывает тепловое оцепенение, более высокая (48...55 °С) — гибель насекомых. Однако уничтожение вредителей высокой температурой требует довольно длительного времени и находится на границе безопасного нагревания зерновой массы, обеспечивающего сохранение ее технологических и посевных качеств. Поэтому для обеззараживания зерно и семена сушат очень осторожно.

Находясь в зерновой массе, насекомые и клещи перемещаются на участки с более благоприятной для них температурой. Это нередко приводит к повышенному образованию тепла в той или иной части насыпи. Возможность миграции учитывают и при проверке зерновой массы на зараженность. Точечные пробы отбирают из различных участков насыпи (в верхнем, среднем и нижнем слоях), каждую из них отдельно исследуют на наличие вредителей.

Меньше, чем температура, но все же существенно на развитие насекомых и клещей влияет влажность зерновой массы. Содержание воды в теле вредителей составляет 48...67 %, в личинках и гусеницах — 63...70 %. Поэтому только при наличии в продуктах известного минимума влаги насекомые и клещи могут суще-

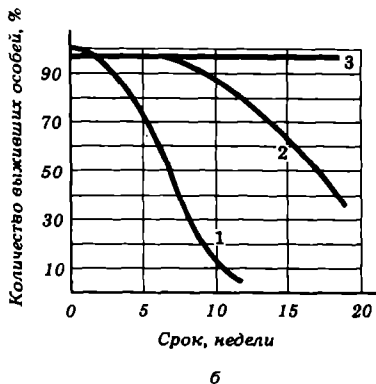
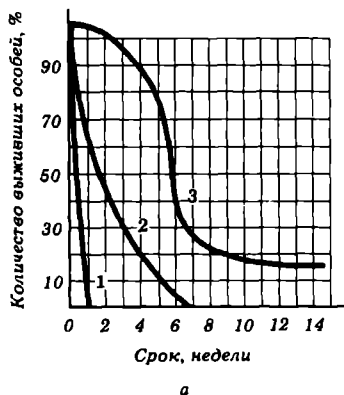


Рис. 35. Выживаемость в зерновой массе пшеницы взрослых особей рисового долгоносика при температуре 29,4 °C (а), малого мучного хрущака при температуре 26,7 °C (б) и влажности: 1 — 8%; 2 — 9%; 3 — 12%.

ствовать и размножаться. Пополнение запасов воды в их организме совершенно необходимо в связи с потерей ее (при дыхании, выделении вместе с экскрементами и т. д.). Количество влаги в теле вредителей зависит от влажности потребляемой пищи. При влажности зерна 11...18% содержание воды в теле жуков амбарного долгоносика изменяется от 48,29 до 53,16%. Аналогичные данные получены и по другим видам жуков. Однако у разных видов вредителей потребность во влаге неодинакова. Она зависит от вида пищи (зерно той или иной культуры, мука, крупа, отруби), температуры и других факторов.

Для более или менее длительного существования насекомым требуется меньшая влажность продукта, чем для завершения нормального цикла развития. Поэтому различают понятия: выживаемость вида при данных условиях влажности и влажность, при которой насекомые или клещи нормально размножаются. Для иллюстрации приведем данные Коттона и Франкфельда о выживаемости взрослых особей рисового долгоносика и малого мучного хрущака при определенных температурах, но разной влажности пшеницы. Из рисунка 35, а видно, что в образцах пшеницы влажностью 8, 9 и 12% жуки рисового долгоносика отмирают, но при влажности 12% продолжительность жизни более длительная. Жуки малого мучного хрущака (рис. 35, б) при влажности 12% полностью сохраняются в течение 20 недель. При меньшей влажности (особенно при 8%) погибает большая часть жуков.

Устойчивость насекомых при неблагоприятной температуре зависит от влажности среды, в которой они находятся. При тем-

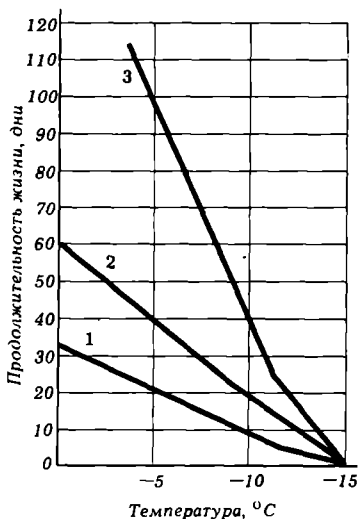


Рис. 36. Влияние температуры и влажности зерновой массы на сроки гибели амбарного долгоносика (по данным Р. С. Ушатинской). Влажность: 1 — 11%; 2 — 14%; 3 — 18%.

пературе 0...—10 °С выживаемость амбарного долгоносика тем дольше, чем выше влажность зерна (рис. 36). Лишь при температуре —15 °С долгоносики погибают независимо от влажности зерновой массы. Большинству клещей для массового развития необходима влажность выше критической.

Насекомым и клещам необходим кислород. Наиболее интенсивный газообмен наблюдается в фазе личинки и взрослого насекомого, наименьший и часто очень незначительный — у куколок.

Очень малый газообмен, а иногда и отсутствие его характерны для гипопусов клещей. При недостатке кислорода в отдельных слоях насыпи (например, может быть иногда в силосах элеваторов и высоких бункерах) насекомые и клещи перемещаются на участки, более насыщенные воздухом нормального состава, то есть к поверхности насыпи и стенам хранилища.

Примесь в зерновой массе травмированных зерен и мелких органических частиц способствует развитию насекомых (кроме проходящих фазы развития внутри зерна) и клещей. Механически поврежденные зерна и семена, их мелкие частицы и органическая пыль служат доступной питательной средой. Хлебные и волосатые клещи, многие другие насекомые не могут питаться целыми, нетравмированными зернами. В зерновой массе пшеницы с низкой влажностью жуки маляка и мухи мучного хрущака существуют только в образце, содержащем докедж-примеси. При

низкой влажностью жуки маляка и мухи мучного хрущака существуют только в образце, содержащем докедж-примеси. При

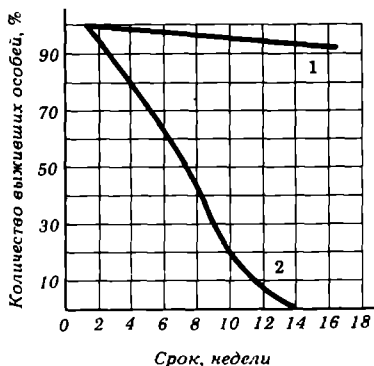


Рис. 37. Выживаемость взрослых особей малого мучного хрущака в зерновой массе пшеницы (по данным Коттона и Франкфельда): 1 — с примесью докеджа; 2 — без примеси.

удалении последних жуки гибнут в первые недели хранения (рис. 37).

Вредители хлебных запасов предпочитают неосвещенные части насыпей продуктов и затененные участки в хранилищах. Летающие формы совершают перелеты в ночное время. Некоторые из них (большой мучной хрущак) вылетают на яркий источник света. При недостатке тепла клещи на некоторое время выползают на поверхность, обогреваемую солнцем. Однако при сильной солнечной радиации вредители перегреваются и обезвоживаются, поэтому они переползают в затененные участки.

Насекомых и клещей в хранящихся зерновых массах и самих хранилищах уничтожают различными препаратами (отравляющими, действующими на нервную систему или разрушающими хитиновые покровы). В зависимости от хозяйственных и технических возможностей применяют разнообразные средства и способы дезинсекции.

Механическими способами (например, пропуском через зерноочистительные машины, сепарированием воздуха) из зерновой массы удаляют большую часть вредителей, но полное обеззараживание невозможно. При дальнейшем хранении без создания консервирующих условий (понижение температуры и др.) зараженность вновь растет. Интенсивные или многократные механические воздействия сопровождаются травмированием зерна, и тем самым создаются благоприятные предпосылки к большему развитию вредителей.

Несмотря на различную вредоносность насекомых, развитие их в зерновых продуктах всегда очень опасно и приводит к потерям массы и качества. Наличие клещей в партиях зерна и семян также снижает их ценность, однако не связано с такими потерями и во многих случаях не ухудшает посевные качества и продовольственные свойства зерна. Это объясняется изложенными выше данными: большой потребностью во влаге, неспособностью питаться целыми, неповрежденными зёрнами и т. д.

При обнаружении зараженности единичными экземплярами клещей партии семян с влажностью до критической, хранящиеся в хозяйстве для своих нужд, вероятно, правильнее и дешевле не подвергать специальной обработке. Их можно успешно сохранить до сева, а склад подготовить к приему зерна нового урожая.

§ 7. Самсогревание зерновых масс

Образование тепла в зерновой массе. Дыхание живых компонентов зерновой массы сопровождается выделением тепла. Вследствие плохой тепло- и теплопроводности образующееся тепло может задерживаться в ней и приводить к с а м о с о г р е в а н и ю (или самонагреванию). Таким образом, самсогревание

зерновой массы — следствие ее физиологических и физических свойств.

Температура зерновой массы при запущенных формах самоогревания достигает 55...65 °С и в редких случаях 70...75 °С. Затем зерновая масса постепенно естественно охлаждается. Одни качества и потеря массы сухих веществ на несколько про- ния, что теряются все потребительские свойства. Зерна и семена темнеют («обугливаются»), зерновая масса теряет сыпучесть и превращается в монолит. Полностью утрачиваются посевные, хлебопекарные и другие технологические качества. В некоторых случаях зерно приобретает токсические свойства.

Даже при меньшей температуре (25...30 °С) заметны ухудше- ния качества и потеря массы сухих веществ на несколько про- центов. Вот почему необходимо понимать процесс теплообразо- вания в зерновой массе, уметь своевременно обнаруживать начало процесса и быстро его ликвидировать. Конечно, самое правильное — организовать хранение зерновых масс так, чтобы исклю- чить возможность самсогревания. Образование и накопление тепла в зерновой массе происходит вследствие следующих причин: интенсивного дыхания зерна основной культуры, а также зерен и семян, входящих в состав примесей; активного развития микроорганизмов; интенсивной жизнедеятельности насекомых и клещей.

Перечисленные источники теплообразования очень существен- ны. Однако самсогревание может быть вызвано жизнедеятель- ностью одних микроорганизмов, среди которых важнейшие и устойчивые продуценты тепла — плесневые грибы. Обладая огромной интенсивностью дыхания и теплообразовательной спо- собностью, развивающийся мицелий использует на свои нужды всего 5...10 % освобождаемой энергии. В результате жизнедея- тельности самого зерна, когда различными приемами с его по- верхности удаляют микрофлору, даже при довольно высокой влажности (20 % и несколько более) самсогревание не наблю- дается. Для примера приведем данные А. Миз о повышении тем-

32. Повышение температуры в прорастающих семенах подсолнечника

Срок хранения, сут	Температура, °С		
	окружающего воздуха	в сосудах Дьюара	
		со стерильными проростками	с нестерильными проростками
1	21	26	26
2	20	22,5	50
2,5	21	22	57
3	23	23	58,5
4	20	23	52

пературы в стерильных и нестерильных, сильно увлажненных, начавших прорастать семенах подсолнечника (табл. 32). Они хорошо иллюстрируют роль микрофлоры в теплообразовании в зерновой массе.

При массовом развитии в насыпях зерна клещей и насекомых им принадлежит существенная роль в теплообразовании. Она особенно заметна, когда влажность зерновой массы низка, и это не позволяет активно развиваться микроорганизмам. Насекомые служат причиной самосогревания партий сухого зерна в тропической и субтропической зонах, когда температура зерновой массы близка к оптимальной для их развития. При температуре 25...35 °С и влажности зерна пшеницы 9...17 % интенсивность дыхания долгоносиков превышает интенсивность дыхания зерна в 20...130 тыс. раз (показатели рассчитаны на 100 г сухого вещества зерна и 100 г жуков). Существенную роль в образовании тепла во влажных и неохлажденных зерновых массах играют и клещи. Велика также роль семян сорных растений (табл. 33).

33. Интенсивность дыхания (CO₂, мг на 100 г сухого вещества) основного зерна и семян сорных растений в свежубранной зерновой массе пшеницы за 24 ч

Влажность зерновой массы, %	Интенсивность дыхания			Соотношение интенсивности дыхания примесей и основного зерна
	зерновой массы	основного зерна	семян сорных растений	
14,5	1,8	1,2	48,0	40
15,7	2,9	1,8	32,8	18
16,4	13,7	4	61,2	15
17,1	25,9	9,8	152,4	14

Развитие процесса самосогревания и его виды. Развитие самосогревания характеризуется типичной кривой (рис. 38). Если по оси ординат точно фиксирована температура, то по оси абсцисс срок развития процесса выражают в часах, сутках или неделях при сохранении характера кривой. Это объясняется тем, что скорость развития процесса зависит от состояния зерновой массы, ее влажности, физиологической активности и т. д. Например, в свежубранном зерне с повышенной влажностью, значительным содержанием примесей и более высокой первоначальной температурой (15...20 °С) процесс развивается

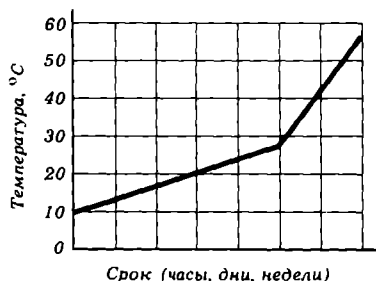


Рис. 38. Типичная кривая, характеризующая развитие процесса самосогревания.

очень быстро. При меньших влажности и температуре зерновой массы развитие самосогревания замедляется и нижний отрезок кривой по продолжительности выражают в неделях.

Необходимо обратить внимание еще на начальную температуру возникновения процесса. Самосогревание начинается в зерновой массе или каком-то ее участке при температуре не ниже 10 °С. Это объясняется малой способностью к газообмену и генерации тепла живыми компонентами зерновой массы при низкой положительной температуре. При более высоких температурах возрастает термогенез, образование тепла превышает его отдачу в окружающее пространство и в зерновой массе возникает очаг самосогревания. Затем тепло перемещается на соседние участки насыпи, что, в свою очередь, способствует активации физиологических процессов и теплообразованию. При запущенных формах самосогревания вся зерновая масса, помещенная в бункер, склад или силос элеватора, оказывается в греющем состоянии.

Быстрое нарастание температуры в зерновой массе при любом начальном темпе самосогревания происходит, когда ее температура достигает оптимальной для мезофильной микрофлоры и особенно плесневых грибов (25...30 °С). В данных условиях резко повышается интенсивность дыхания зерна и семян. Таким образом, идущий вверх отрезок кривой от 25...30 до 50...60 °С характеризует быстрое развитие процесса. После достижения температурного максимума, при котором прекращается жизнедеятельность даже самых теплолюбивых (термофильных) бактерий, самосогревание прекращается, но зерновая масса оказывается совсем испорченной. Темп самосогревания свежесобранного зерна иллюстрируют показатели таблицы 34.

Приведенные данные о динамике и изменении видового состава микрофлоры при самосогревании типичны. В начале самосогревания увеличивается численность микрофлоры, и прежде всего за счет *E. herbicola*. С повышением температуры в интервале 24...35 °С общее количество микроорганизмов уменьшается и на смену появляются микрококки и плесневые грибы. Дальнейшее повышение температуры сопровождается вытеснением *E. herbicola*, бурным развитием микрококков, плесневых грибов и спорообразующих бактерий при значительном снижении общей численности микроорганизмов. Если процесс самосогревания останавливают сушкой или охлаждением на каком-то этапе, соответственно этому будет и микрофлора зерновой массы.

Характеризуя процесс самосогревания, принято подразделять его на три вида: гнездовое, пластовое и сплошное.

Гнездовое самосогревание. Может возникнуть в любой части зерновой массы в результате одной из следующих причин: увлажнение какого-то участка зерновой массы при не-

34. Развитие самосогревания в зерновой массе свежееубранного зерна пшеницы и характеристика изменений качества и состава микрофлоры зерна (по данным В. Л. Кротовича и Я. И. Раутенштейна)*

Дата замера температуры и взятия пробы	Температура зерновой массы, °С	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %	Сырая клейковина, %	Микроорганизмы, экз. в 1 г				
					Всего	В том числе			
						<i>E. her-bicola</i>	микрo-кокков	пле-сеней	споро-образующих бактерий
12.09									
15 ч									
30 мин	15	70	57	49,3	61 125	57 860	1 300	0	—
19 ч	17	—	—	—	—	—	—	—	—
13.09									
9 ч	24	74	33	42,6	175 250	166 570	1 375	—	—
18 ч									
30 мин	35	74	32	—	98 664	72 330	7 664	50	—
14.09**	37	51	6	36,0	36 200	23 500	7 250	750	+
15.09	48	28	13	27,4	16 750	1 500	13 000	213	+
16.09	64	1	0	Не от-мылась	7 166	0	6 000	2 250	+

* Влажность зерна 28,2 %, содержание семян сорных растений 1,9 %, высота насыпи 1 м.

** С 14.09 пробы отбирали в 9 ч.

исправности крыш или недостаточной гидролизации стен хранилищ; засыпки в одно хранилище (или закром) зерна с различной влажностью, в результате чего создаются очаги (гнезда) повышенной влажности; образование в зерновой массе участков с повышенным содержанием примесей и пыли (а следовательно, и микроорганизмов) в результате ссыпания вместе резко различного по содержанию примесей зерна; скопление насекомых и клещей на одном участке насыпи.

Пластовое самосогревание. Получило свое название потому, что греющийся слой возникает в насыпи зерна в виде горизонтального или вертикального пласта. В зависимости от того, в каком участке насыпи образуется греющийся пласт, различают самосогревание верховое, низовое и вертикальное (рис. 39). Природа любого пластового самосогревания одна и та же. Оно происходит вследствие термовлагопроводности, свойственной зерновой массе. Перепады температур, испытываемые периферийными частями насыпи, создают условия для перемещения и конденсации влаги. Поэтому пластовое самосогревание возникает недалеко от поверхности насыпи или в слоях, близко находящихся от пола и стен хранилища.

Верховое самосогревание. Чаще всего наблюдается поздней

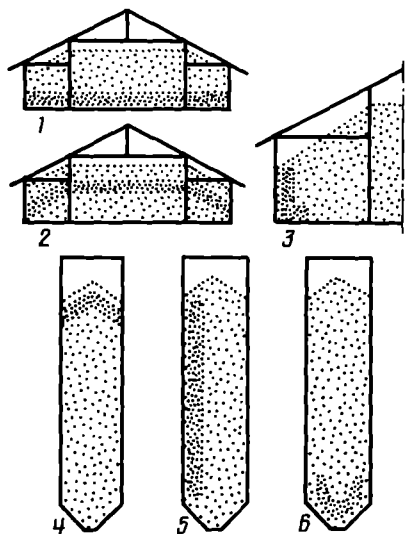


Рис. 39. Виды пластового самосогревания зерновых масс:

1 и 6 — низовое; 2 и 4 — верховое; 3 и 5 — вертикальное соответственно в складе и силосе.

осенью и весной. Даже при небольшой высоте насыпи (1...1,5 м) греющийся слой образуется на расстоянии 15...25 см от поверхности, при большей высоте он возникает на глубине 70...150 см. Верховому самосогреванию осенью особенно подвержено свежесобранное зерно, если его своевременно недостаточно охладили. При таких условиях вследствие активно протекающих физиологических процессов воздух

межзерновых пространств нагревается и увлажняется. Поднимаясь в верхние участки насыпи, он соприкасается с несколько охладившимся верхним слоем зерна, в результате чего происходит конденсация водяных паров. Температура увлажнившегося слоя, особенно его нижней части, еще благоприятна для развития микробов и способствует усилению жизнедеятельности самого зерна.

Весной и в начале лета температура внутренней части зерновой массы низкая, зимняя, а поверхностные слои прогреваются теплым воздухом, возможны также конденсация водяных паров и усиленное развитие физиологических процессов. Весеннее верховое самосогревание особенно характерно для теплой ранней весны после зимы с большими морозами. При резком перепаде температур верховое самосогревание в данный период наблюдается в сухих и даже длительно хранившихся зерновых массах. При верховом самосогревании в связи с тепломассообменными свойствами зерновой массы температура ее внутренних участков, находившихся ниже греющегося слоя, повышается медленно.

Низовое самосогревание. Развивается горизонтальным пластом в нижней части зерновой массы на расстоянии 20...50 см от пола. Это наиболее опасный вид пластового самосогревания, так как тепло, образующееся в нижних участках насыпи, легко перемещается в лежащие выше слои, и вся зерновая масса за короткий период подвергается самосогреванию. Низовое самосогревание обычно возникает ранней осенью при загрузке свежесобранного неохлажденного зерна в склады с холодными полами.

Вертикальное самосогревание. Более характерно для зерновых масс, хранящихся в металлических бункерах, силосах элеватора, но встречается и в складах при увлажнении какой-либо стены, соприкасающейся с зерновой массой. Иногда такое самосогревание вызывается охлаждением или нагревом одной из стен склада. При хранении семян в закромах одна из стен которых наружная, может произойти вертикально-пластовое самосогревание. Оно исключается, если стена закрома на 50... 60 см удалена от наружной стены склада.

Сплошное самосогревание. Характеризует такое состояние, при котором греется вся зерновая масса, кроме самых периферийных участков. Сплошное самосогревание возникает сразу в зерновых массах с высокой влажностью, содержащих большое количество различных примесей, в том числе частей растений и недозревших зерен. Даже кратковременное хранение осенью такого зерна насыпью слоем 1 м без немедленного охлаждения приводит к бурному развитию процесса. Колебания температуры, обнаруживаемые в том или ином участке, существенной роли не играют.

В связи с возможностью возникновения самосогревания в любой зерновой массе и в различных ее участках, а также вследствие резко отрицательного влияния процесса на качество зерна и семян необходимо систематическое наблюдение за состоянием хранимых партий. Низкая температура в насыпях свидетельствует о благополучном хранении. Начавшийся процесс самосогревания сам по себе не прекращается и проходит все стадии повышения температуры. Только активное вмешательство человека с применением тех или иных технических средств обеспечивает его ликвидацию. Самосогревание должно быть выявлено своевременно и прекращено в самом начале.

Не всякое повышение температуры зерновой массы свидетельствует о начале самосогревания. Зерновые массы обладают большой тепловой инерцией. Поэтому установленная в какой-то момент температура насыпи, заметно отличающаяся от температуры воздуха в складе, может быть следствием тепловой инерции зерна.

Контрольные вопросы и задания. 1. Назовите факторы, влияющие на интенсивность дыхания зерна при хранении. 2. Какова критическая влажность зерна и ее значение? 3. В чем сущность послеуборочного дозревания зерна при хранении? Перечислите факторы, влияющие на ход этого процесса. 4. Какая возможность прорастания зерна при хранении? 5. В чем заключается роль микроорганизмов при хранении зерновых масс? 6. Классифицируйте микроорганизмы зерновой массы. Как отдельные их представители влияют на сохранность зерна и семян? 7. Какие факторы влияют на развитие насекомых и клещей в зерновой массе? 8. Назовите основные причины потери всхожести семенами при хранении. 9. В чем сущность явления самосогревания зерновой массы? Перечислите его виды. 10. Охарактеризуйте кривую развития самосогревания. 11. Как предупреждают возникновение самосогревания?

§ 1. Общая характеристика режимов

Режимы и способы хранения зерновых масс основаны на свойствах последних. Однако для успешной организации хранения мало понимать сущность и значение каждого свойства зерновой массы в отдельности. Лишь правильное использование взаимосвязей этих свойств и взаимодействия между зерновой массой и окружающей средой (хранилищем и элементами его конструкции, паровоздушной средой в нем, атмосферой, окружающей хранилище, и т. д.) обеспечивает наибольшую технологическую и экономическую эффективность при хранении.

Важнейшие факторы, влияющие на состояние и сохранность зерна, следующие: влажность зерновой массы и окружающей ее среды; температура зерновой массы и окружающей ее среды; доступ воздуха к зерновой массе (степень аэрации). Данные факторы положены в основу режимов хранения. Применяют три следующих режима хранения зерновых масс: в сухом состоянии, то есть с влажностью до критической; в охлажденном состоянии (когда температура зерна понижена до пределов, значительно тормозящих жизненные функции компонентов зерновой массы; без доступа воздуха (в герметическом состоянии).

Кроме того, обязательно используют вспомогательные приемы, направленные на повышение устойчивости зерновых масс при хранении. К таким приемам относят очистку от примесей перед закладкой на хранение, активное вентилирование, химическое консервирование, борьбу с вредителями хлебных запасов, соблюдение комплекса оперативных мероприятий и др. На рисунке 40 показаны состав зерновой массы, ее свойства и взаимосвязи между ними, факторами сохранности и применяемыми режимами.

Выбор режима хранения определяется многими условиями, в числе которых учитывают: климатические условия местности, в которой находится хозяйство; типы зернохранилищ и их вместимость; технические возможности, которыми располагает хозяйство, для приведения партий зерна в устойчивое состояние; целевое назначение партий; качество зерна; экономическая целесообразность применения того или иного режима и приема.

Наибольшей технологической эффективностью и наибольшего сокращения издержек при хранении достигают только в том случае, если при выборе режима учитывают многообразие условий, влияющих на устойчивость зерновой массы. Лучшие результаты получают при комплексном использовании режимов, например хранение сухой зерновой массы при низких темпера-



Рис. 40. Взаимосвязь между свойствами зерновой массы и окружающими ее условиями.

турах с использованием для охлаждения наружного холодного сухого воздуха во время естественных перепадов температур.

§ 2. Хранение зерна в сухом состоянии

Основы режима. Режим базируется на принципе ксероанабиоза. Обезвоживание любой партии зерна и семян до влажности ниже критической приводит все живые компоненты, за исключением насекомых-вредителей, в анабиотическое состояние. При этих условиях исключается повышенный газообмен в зерне и семенах, развитие микроорганизмов и клещей.

Режим хранения в сухом состоянии — основное средство поддержания высокой жизнеспособности семян в партиях посевного материала всех культур и качества зерна продовольственного назначения в течение всего срока хранения. Данный режим наиболее приемлем для долгосрочного хранения зерна и семян. Систематическое наблюдение за состоянием таких партий, их своевременное охлаждение и достаточная изоляция от внешних воздействий (резких колебаний температуры наружного воздуха

и его повышенной влажности) позволяют хранить зерно с минимальными потерями несколько лет.

Зерновые массы, хорошо подготовленные к хранению (очищенные от примесей, обеззараженные и охлажденные), в складах хранят без перемещения четыре-пять лет и в силосах элеваторов два-три года. Партии сухого зерна и семян успешно перевозят железнодорожным, речным и морским транспортом на дальние расстояния. Зерно и семена повышенной влажности транспортируют на небольшие расстояния и в течение очень короткого времени.

Однако при неумелом уходе за зерновыми массами или при отсутствии его возможна порча партий зерна и семян с влажностью и ниже критической. Основной причиной порчи служит развитие насекомых — вредителей хлебных запасов, способных существовать и даже размножаться в зерне с влажностью ниже критической. Целесообразно охлаждать и сухие зерновые массы, снижая их температуру до пределов, исключающих активную жизнедеятельность насекомых. Другая причина порчи сухой зерновой массы — образование капельно-жидкой влаги и повышение влажности в каком-то ее участке вследствие перепадов температур и явления термовлагопроводности. Таким образом, хранение зерновых масс в сухом состоянии не исключает необходимости систематического наблюдения и ухода за ними.

Способы сушки. Значимость режима хранения зерновых масс в сухом состоянии привела к распространению различных способов сушки зерна всех культур. Зерносушение — специальная отрасль знаний, так как только технически и биологически грамотное проведение данного приема обеспечивает нужную технологическую эффективность при наиболее экономных затратах топлива, электрической энергии, рабочей силы и т. д.

Все способы сушки зерна и семян основаны на их сорбционных свойствах. Если зерновую массу или отдельные зерна и семена поместить в среду, где будет происходить отдача влаги в виде пара или даже жидкости (что бывает реже), т. е. создать условия для десорбции, то можно наблюдать процесс высушивания.

Продолжительность высушивания и эффект влагоотдачи зависят как от самого объекта сушки (семян той или иной культуры, их влажности и т. д.), так и от состояния и свойств агента сушки — той среды, которая обладает значительной влагоемкостью. В связи с этим довольно детально изучены свойства зерна и семян различных культур (отдельно семян и их массы) и свойства агентов сушки при различных параметрах.

Влагоотдающая способность семян неодинакова. Она зависит не только от их размеров, но и анатомических особенностей. При всех прочих равных условиях зерно гречихи обладает большей влагоотдающей способностью, чем зерно пшеницы, ко-

торое легче отдает влагу, чем зерно кукурузы. Наиболее низкой влагоотдающей способностью отличаются семена бобовых, и среди них кормовых бобов (в пять — семь раз медленнее, чем зерно пшеницы). Чем плотнее и менее пористы оболочки и остальные части зерновки или семени, тем меньше их влагоотдающая способность. На подобное свойство влияют и размеры семени. У крупных семян масса внутреннего содержимого, приходящаяся на единицу поверхности (через которую испаряется влага), значительно больше, чем у мелких.

Все способы сушки зерна и семян разделяют на две группы: без специального использования тепла (без подвода тепла к высушиваемому объекту); с использованием тепла.

Примером способов первой группы служит сушка путем контакта зерновой массы с водоотнимающими средствами твердой консистенции (сухой древесиной, активированным углем, сульфатом натрия и др.) или обработка зерновой массы достаточно сухим природным воздухом. Второй способ (с подводом тепла) основан на создании условий, обеспечивающих повышение влагоемкости паровоздушной среды, окружающей зерно. В этом случае агентом сушки (теплоносителем) служит воздух, влагоемкость которого значительно повышается в результате нагрева. Наиболее распространенный способ с использованием тепла — сушка в специальных устройствах — зерносушилках и сушка на солнце (воздушно-солнечная).

Из способов сушки, относимых к первой группе, в сельскохозяйственном производстве применяют химическую (сушку сульфатом натрия) и сушку природным воздухом с использованием для этого установок активного вентилирования зерновых масс. Сушка сульфатом натрия предложена для семян бобовых культур. Природный — высушенный озерно-морской минерал мирабилит — или технический сульфат натрия обладает хорошей водопоглотительной способностью. Сушку ведут, равномерно смешивая агент с семенами перелопачиванием или используя зернопогрузчики. При влажности 20...24 % семена за весь период перемешивают два раза, при большей влажности — три — четыре раза в течение суток в первый период сушки. Продолжительность сушки 5...10 сут, в зависимости от исходной влажности семян, культуры, состояния наружного воздуха и других факторов. Для доведения влажности семян до кондиционной расход безводного сульфата натрия составляет (кг/т): при влажности семян 20 % — 60, 25—120, 30—180, 35 % — 240. Влажность химиката 1...5 %.

Смешивание ведут на площадках под навесами, так как присоединение воды к химикату в процессе сушки сопровождается выделением тепла, вследствие чего повышается температура смеси. Перемешивать необходимо еще и потому, что увлажнив-

шийся химикат кристаллизуется и может превратиться вместе с семенами в монолит.

Заключительный этап работы — отделение увлажнившегося сорбента от семян. Для этого применяют пневматическую сепараторную колонку с зернопогрузчиком или другие зерноочистительные машины. Использованный сульфат натрия обладает высокой влажностью (до 40...45 %). Вторично его можно применять только после воздушно-солнечной сушки. Сухой препарат при смешивании с семенами пылит, поэтому занятые на такой работе люди должны надевать пылезащитные приспособления.

Воздушно-солнечная сушка. Прием не потерял своего значения во многих районах страны при сушке небольших партий семян. Во время воздушно-солнечной сушки влага испаряется только через поверхность насыпи зерновой массы. Чем тоньше слой зерна, тем интенсивнее оно высушивается. Однако при малой толщине слоя требуется большая площадь для размещения зерна. Рекомендуют следующую толщину насыпи зерна (см): основных зерновых культур 10...20, зернобобовых 10...15, проса 4...5.

Важный фактор при солнечной сушке — характер основания, на котором находится зерновая масса. Нельзя сушить зерно на бетонных площадках (если они не изолированы от грунта), прямо на грунте или с подстилкой брезентов на грунт. Только деревянная или асфальтированная площадка достаточно изолирует зерно от увлажнения снизу (от грунта) и предохраняет от возникновения большого температурного градиента. Такие площадки располагают на территории тока или между складами, хорошо изолируют от грунта и делают небольшой уклон (6°) к югу. При подобном наклоне зерновая масса лучше прогревается, а с незагруженных площадок быстрее стекает дождевая вода.

Зерновая масса, рассыпанная на площадке тонким слоем (лучше с гребнями, что увеличивает ее поверхность и создает разницу в давлении), нагревается с поверхности до температуры 25...50 °С, а иногда и больше. Нагревание поверхности насыпи и воздуха около нее приводит к интенсивному испарению влаги из зерен, находящихся в верхнем слое насыпи.

Особенно успешно сушка происходит в ветреную погоду, так как выделяющиеся пары воды не задерживаются над поверхностью насыпи.

Наряду с перемещением влаги к поверхности наблюдается и обратный процесс — перемещение ее во внутренние, самые нижние слои насыпи с образованием конденсата, что заметно даже на ощупь. Подобное явление происходит вследствие термопроводности. Для успешной сушки зерновую массу перио-

дически (через каждые 2...3 ч) перелопачивают, перемешивая нижние слои с верхними.

При соблюдении правил влажность зерна в хорошую погоду за день снижают на 1...3 % и более. Чем влажнее зерновая масса, тем больше влаги при благоприятных условиях можно удалить из нее. При необходимости (учитывая прогноз погоды на следующие сутки) воздушно-солнечную сушку продолжают и на следующий день, собирая зерновую массу на ночь на площадке в кучи и укрывая их брезентами, пленками или другими гидроизоляционными материалами.

Воздушно-солнечная сушка способствует дозреванию свежесобранного зерна и делает его более устойчивым при хранении, так как при облучении солнечными лучами зерновая масса частично стерилизуется от микроорганизмов. После такой сушки часто не обнаруживают грибы родов *Aspergillus* и *Penicillium*. В южных районах страны при воздушно-солнечной сушке и нагреве насыпи до температуры 38...40 °С достигается частичное, а в некоторых случаях и полное обеззараживание зерновой массы от клещей и насекомых. Для наибольшей эффективности обеззараживания зерно насыпают слоем 4...5 см.

§ 3. Сушка зерна и семян в зерносушилках

Условия и режимы сушки. Тепловая сушка зерна и семян в зерносушилках — основной и наиболее высокопроизводительный способ. В хозяйствах, на государственных хлебоприемных предприятиях ежегодно сушат десятки миллионов тонн зерна и семян. Сушка зерна и семян во многих хозяйствах часто значительно дороже, чем в государственной системе хлебопродуктов. Это происходит не только потому, что там используют менее производительные сушилки, но и вследствие недостаточной четкой организации процесса, неправильной эксплуатации сушилок, несоблюдения рекомендуемых режимов, отсутствия поточных линий. Чтобы наиболее рационально организовать сушку зерна и семян, необходимо знать и учитывать следующие основные положения.

Предельно допустимая температура нагрева (до какой температуры следует нагревать данную партию зерна или семян). Перегрев всегда приводит к ухудшению или даже полной потере технологических и посевных качеств. Недостаточный нагрев уменьшает эффективность сушки и удорожает ее, так как при меньшей температуре нагрева меньше удаляется влаги. Предельно допустимая температура зерна и семян зависит от культуры, характера их использования (целевого назначения), исходной влажности (до сушки).

Оптимальная температура агента сушки,

вводимого в камеру зерносушилки. При пониженной температуре агента сушки по сравнению с рекомендуемой зерно не нагревается до нужной температуры или для достижения этого увеличивают срок его пребывания в сушильной камере, что снижает производительность зерносушилок. Температура агента сушки выше рекомендуемой недопустима, так как вызывает перегрев зерна. Основным агентом сушки — смесь топочных газов с воздухом. Для получения нужной температуры агента существуют регулирующие устройства.

Особенности сушки зерна и семян в зерносушилках различных конструкций. Эти особенности часто влекут изменение других параметров, и прежде всего температуры агента сушки. Зерна и семена различных растений обладают неодинаковой термоустойчивостью. Одни из них при прочих равных условиях выдерживают более высокие температуры нагрева и более длительное время. Другие и при более низких температурах изменяют свое физическое состояние, технологические и физиологические свойства. Например, семена кормовых бобов и фасоли при более высокой температуре теряют упругость оболочек и растрескиваются. Зерно пшеницы, предназначенное для выработки хлебопекарной муки, можно нагревать только до температуры 48...50 °С, а зерно ржи до 60 °С. При нагреве пшеницы выше указанных пределов резко снижается количество клейковины и ухудшается ее качество. Очень быстрый нагрев (при более высокой температуре теплоносителя) также отрицательно влияет на рис, кукурузу и многие зернобобовые: семена растрескиваются, что затрудняет их дальнейшую переработку, например в крупу.

При сушке обязательно учитывают целевое назначение партий. Предельная температура нагрева семенного зерна пшеницы 45 °С, продовольственного 50 °С. Еще больше разница температуры нагрева ржи: для посевного материала 45 °С, для продовольственного (на муку) 60 °С. Вообще все партии зерна и семян, в которых необходимо сохранить жизнеспособность, нагревают до более низкой температуры. Поэтому ячмень для пивоварения, рожь для солода и т. д. сушат в режимах для посевного материала.

Предельно допустимая температура нагрева зерна и семян зависит от их исходной влажности, так как чем больше в объектах свободной воды, тем они менее термоустойчивы. Поэтому при содержании в них влаги более 20 и особенно 25 % снижают температуру агента сушки и нагрева семян. При исходной влажности гороха и риса 18 % (табл. 35) допустимая температура нагрева равна 45 °С, а температура агента сушки 60 °С. Если исходная влажность этих семян 25 %, то допустимая температура соответственно 40 и 50 °С. Снижение приводит к

35. Режимы сушки семян различных культур в зерносушилках

Культура	Влажность семян до сушки, %	Число пропусков через зерносушилку	Шахтные			Культура	Влажность семян до сушки, %	Число пропусков через зерносушилку	Шахтные		
			Температура, °С						Температура, °С		
			агента сушки	нагрева семян (предельная)	нагрева семян (предельная)				агента сушки	нагрева семян (предельная)	
Пшеница, рожь, ячмень, овес	18	1	70	45	45	Горох, вика, чечевица, нут, рис	18	1	60	45	
	20	1	65	45	45		20	1	55	43	
	Свыше 26	1	60	43	43			2	60	45	
		2	65	45	45			1	50	40	
		1	55	40	40			2	55	43	
		2	60	43	43			3	60	45	
Гречиха, просо	18	1	65	45	45	Кукуруза		30	1	45	35
		1	60	45	45		2		50	40	
		1	55	40	40		3		55	43	
	Свыше 26	2	60	45	45		4		60	45	
		1	50	38	38		18		1	60	45
		2	55	40	40		20		2	60	45
23	3	60	45	45	1	50	40				
	2	55	40	40	2	55	43				
	3	60	45	45	3	60	45				

уменьшению испарения (съема влаги). Еще более сложно сушить крупносемянные бобовые, когда при большей влажности (30 % и выше) сушку проводят при низкой температуре агента сушки (30 °С) и нагреве семян (28...30 °С) с незначительным съемом влаги за первый и второй пропуски.

Особенности конструкций зерносушилок разных типов определяют возможности их использования для сушки семян различных культур. В барабанных сушилках не сушат бобовые, кукурузу и рис. Перемещение зерна в них и температура агента сушки (110...130 °С) таковы, что зерна и семена указанных культур растрескиваются и сильно травмируются.

Рассматривая вопросы тепловой сушки в зерносушилках, нужно помнить о неодинаковой влагоотдающей способности зерна и семян различных культур. Если влагоотдачу зерна пшеницы, овса, ячменя и семян подсолнечника принять за единицу, то с учетом применяемой температуры агента сушки и съема влаги за один пропуск через зерносушилку коэффициент K равен: для ржи 1,1; гречихи 1,25; проса 0,8; кукурузы 0,6; гороха, вики, чечевицы и риса 0,3...0,4; кормовых бобов, фасоли и люпина 0,1...0,2.

Вследствие определенной влагоотдающей способности зерна

и семян почти все сушилки, применяемые в сельском хозяйстве, за один пропуск зерновой массы обеспечивают съём влаги только до 6 % при режимах для зерна продовольственного назначения и до 4...5 % для посевного материала. Поэтому зерновые массы с повышенной влажностью пропускают два-три или даже четыре раза.

Характеристика основных типов зерносушилок. Зерносушение в сельском хозяйстве известно с древнейших времен. Наиболее распространенным способом сушки был овинный, когда в специальных сараях (овинах) зерно, находящееся в колосе скошенных растений, собранных в снопы, подвергали действию нагретого воздуха. В качестве топлива сжигали солому. По мере развития техники строили или применяли в готовом виде зерносушилки различных типов. Конструкции зерносушилок, применяемых в сельском хозяйстве, изучают в курсе сельскохозяйственных машин. Здесь рассмотрены главным образом вопросы технологии зерносушения. Наиболее распространены сушилки трех типов: шахтные, барабанные и напольные.

Шахтные сушилки. Наиболее распространены в мировой практике зерносушения. Такое название они получили за устройство рабочей камеры, представляющей чаще всего металлический бункер-шахту. Внутри ее поперек более узкой части размещены металлические короба. Назначение коробов — сделать зерновую массу более доступной агенту сушки и равномерно газопроницаемой. Зерно, загруженное в шахту, размещается между коробами. Агент сушки поступает в шахту через диффузор, проходит через зерновую массу, нагревает и подсушивает ее. При этом и сама зерновая масса находится в движении (опускается вниз, так как в сушилке использован принцип самотека и выпускное устройство находится в нижней части шахты). Чем выше производительность сушилки, тем в той или иной степени больше по высоте и объему шахта (или несколько шахт).

Для интенсификации сушки в верхние и нижние ряды коробов подают неодинаковое количество агента сушки, а следовательно, создают разную температуру нагрева зерна, то есть получают две зоны сушки. В некоторых сушилках часть самых нижних рядов коробов используют для охлаждения высушенного зерна. При этом снимается и некоторое количество влаги. Охладительные камеры устраивают также между зонами сушки или отдельно от шахты.

В сельском хозяйстве распространены стационарные и передвижные сушилки шахтного типа: СЗС-8, СЗШ-8, ЗСПЖ-8, СЗШ-16 и СЗШ-16р. Влажность продовольственного зерна пшеницы после сушки в них снижается на 6 % (с 20 до 14 %). Известна сушилка Т-662 «Петкус» шахтного типа производи-

тельностью до 2 т/ч. Ее используют как самостоятельный агрегат или в специальных семяочистительных поточных линиях фирмы «Петкус». Агентом сушки в ней служит атмосферный воздух, нагреваемый в топке-калорифере. Шахта состоит из сушильной и охлаждающей камер. При отклонении от заданного температурного режима включается звуковая сигнализация.

Стационарная сушилка СЗШ-16 состоит из двух шахт 5 и 7 (рис. 41). Они расположены на общей станине на расстоянии 1 м одна от другой. Каждая шахта состоит из двух секций, в которых установлены четырехгранные короба. В зависимости от начальной влажности и значения партии шахты включают в технологическую схему последовательно или параллельно. При параллельной работе зерновую массу загружают в обе шахты, при последовательной — в одну. Агент сушки попадает из топки 1 в пространство между шахтами, служащее диффузором. Охлаждают зерно в отдельно поставленных колонках 2.

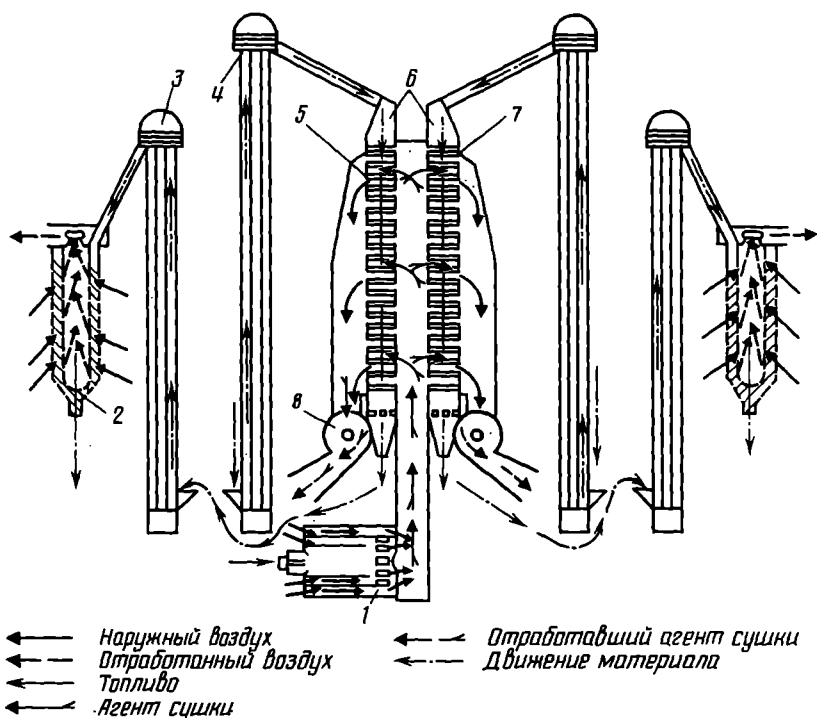
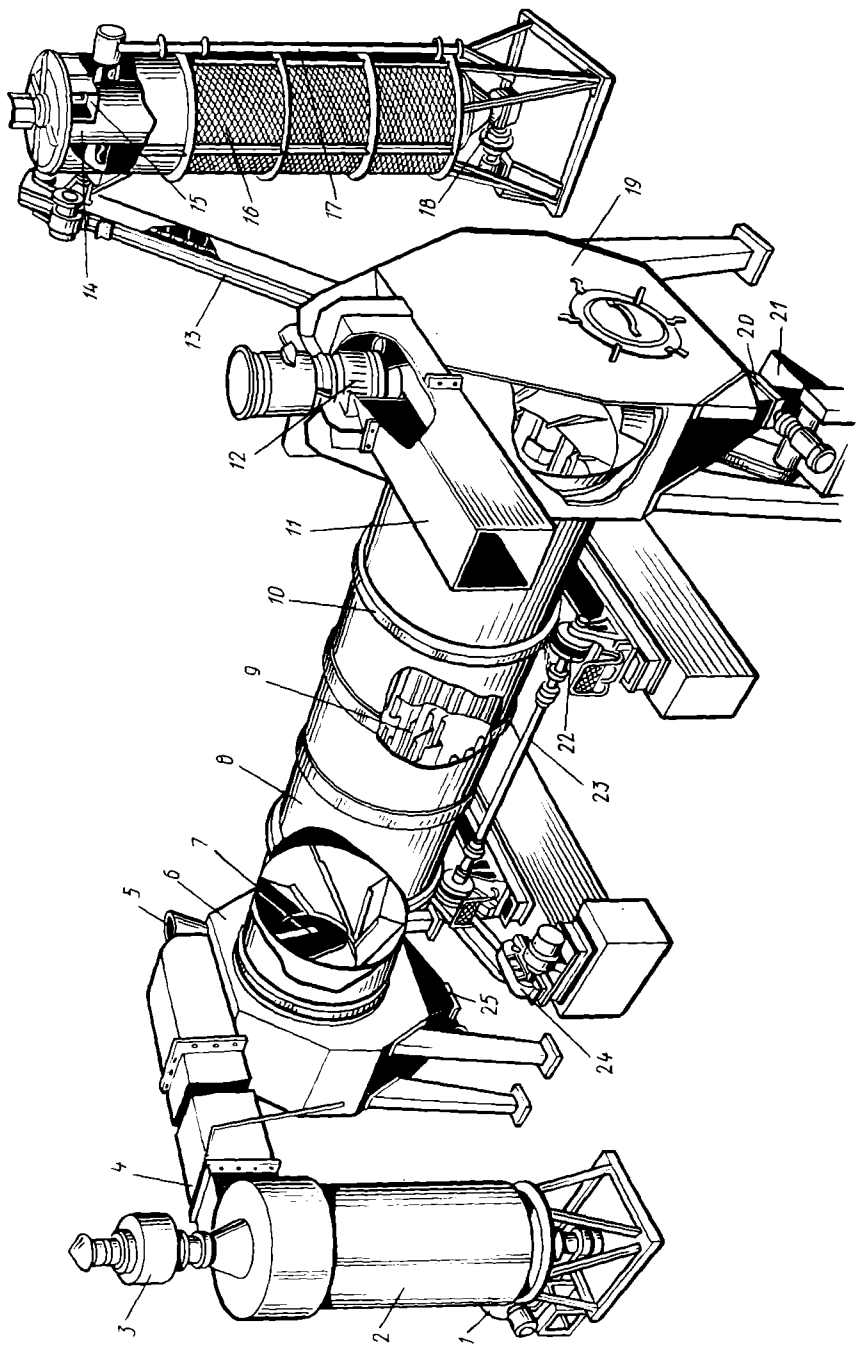


Рис. 41. Технологическая схема зерносушилки СЗШ-16 при параллельной работе шахт:

1 — топка; 2 — охлаждающая колонка; 3 и 4 — норрии; 5 и 7 — шахты; 6 — надсушильный бункер; 8 — вентилятор.



Зерно, подсушенное в одной шахте, поступает в охлаждающую колонку, а из нее в другую шахту. Камера сгорания экранирована, в нее вмонтированы фотоспротивления, обеспечивающие контроль за пламенем. Конструкция выпускного аппарата обеспечивает непрерывный выпуск зерна малыми порциями и периодически большими. Для контроля за уровнем зерна в шахте установлены сигнализаторы. Если уровень насыпи зерновой массы в шахте ниже допустимого, то выключается двигатель выпускного устройства и на пульте загорается сигнальная лампочка. При работе шахты все время должны быть полностью загружены зерном и не иметь подсоса наружного воздуха. Выпуск зерна происходит непрерывно. В начале работы выходит недосушенное зерно, которое вторично подают в шахту. В качестве топлива используют тракторный керосин или смесь керосина с дизельным топливом. Расход топлива до 150 кг/ч, мощность 78,9 кВт.

Создана шахтная сушилка СЗШ-16А, обеспечивающая сушку зерна и семян с начальной влажностью до 35 %, сорных примесей до 3 %. Влажность зерна и семян в результате сушки снижается с 26 до 14 %. При агрегатировании сушилки с комплектом оборудования КШС-20 для подогрева и рециркуляции зерна влажность может быть снижена с 35 до 14 %.

Барабанные сушилки. В зерносушилках данного типа производительностью 2...8 т/ч агент сушки воздействует при пересыпании зерна во вращающемся барабане (одном или нескольких). Барабан 8 (рис. 42) сушилки СЗСБ-8 разделен по сечению на шесть секторов. В каждом из них укреплены полки, захватывающие зерно при вращении барабана (скорость вращения последнего 8 об/мин, длина 8 м). Равномерный ввод зерна в барабан обеспечивает загрузочная камера 6. Вдоль барабана зерно перемещается во время пересыпания под действием подпора и потока агента сушки. Из разгрузочной камеры оно направляется в шлюзовой затвор 20, откуда подается в охлаждающую колонку 16.

Время контакта зерна с агентом сушки в барабанных сушилках меньше, чем в шахтных, поэтому температуры нагрева агента

Рис. 42. Зерносушилка СЗСБ-8:

1 — вентилятор топки; 2 — топка; 3 — труба топки; 4 — труба горячего воздуха; 5 — загрузочное окно; 6 — загрузочная камера; 7 — патрубок ввода зерна; 8 — сушильный барабан; 9 — крестовина перелопачивания зерна; 10 — бандаж; 11 — труба вывода отработавшего воздуха; 12 — вентилятор разгрузочной камеры; 13 — разгрузочный элеватор; 14 — вентилятор охлаждающей колонки; 15 — труба вывода воздуха из охлаждающей колонки; 16 — охлаждающая колонка; 17 — труба контрольной сыпи; 18 — шлюзовой затвор охлаждающей колонки; 19 — камера разгрузки; 20 — шлюзовой затвор разгрузочной камеры; 21 — приемный ковш разгрузочного элеватора; 22 — приводные ролики барабана; 23 — вал роликов; 24 — редуктор механизма привода роликов; 25 — клапан-мигалка.

сушки в них более высокие (для семян 90...130 °С, для продовольственного и кормового зерна выше 180 °С), что увеличивает опасность перегрева зерна в барабане. Кроме того, зерно контактирует с наиболее нагретым агентом сушки, температура которого при прохождении по барабану понижается. Способ перемещения зерна в барабанах (захват полками и пересыпание) не позволяет использовать эти сушилки для сушки семян бобовых, риса и кукурузы, так как они растрескиваются. Сушилки пригодны для зерновых масс повышенной засоренности. В качестве топлива используют тракторный керосин или смесь его с дизельным топливом. Расход топлива 65 кг/т, мощность 30,4 кВт.

Процессы тепловой сушки зерна в зерносушилках изучаются и совершенствуются. На государственных хлебоприемных пунктах работают шахтные зерносушилки производительностью 32 и 50 т/ч. Разработан новый принцип рециркуляционной сушки, позволяющий на основе теплообменных свойств зерновой массы снимать до 14 % влаги при производительности сушилки 50 т/ч. Для этой цели в Казахском филиале ВНИИЗ созданы сушилки типа «Целинная», которые успешно эксплуатируют в Казахстане и других районах.

Новая сушилка СБВС-5 предназначена для сушки высоковлажных семян. Влажность зерновой массы пшеницы снижается с 26 до 14 %. В ней сушат очищенные партии зерновых и зернобобовых культур с исходной влажностью до 35 %. Установка представляет собой стационарную цилиндрическую конструкцию из двух сушильных камер с концентрично расположенной воздухораспределительной трубой. В процессе работы гравитационнодвигающийся слой зерна с помощью инверторов делится в камерах на два потока, перемещающихся относительно друг друга. Агент сушки получают с помощью топочного блока ТБ-1,5. Изучены новые способы тепловой сушки: «в кипящем» слое, во взвешенном состоянии, импульсный, токами высокой частоты, инфракрасными лучами и др. Однако большинство из них требуют значительных затрат и распространения не имеют.

Контроль и учет работы зерносушилок. Технологическая и экономическая эффективность сушки зависит не только от типа зерносушилок, но и от правильности их монтажа и эксплуатации. Предварительно изучают паспортные данные зерносушилки (прилагаются к каждому комплекту), при работе строго соблюдают рекомендации.

Правильно проведенная тепловая сушка не только обеспечивает ксероанабиоз, но и часто улучшает посевные и технологические качества партий. Удаление избытка влаги способствует послеуборочному дозреванию семян. Иногда после сушки всхо-

жесть семян и энергия их прорастания возрастают на несколько процентов. Такой эффект возможен только в высокожизнеспособном зерне, не подвергавшемся активному воздействию микроорганизмов.

Тепловая сушка оказывает слабое стерилизующее действие на зерновую массу. Наблюдаемое после нее уменьшение численности микрофлоры (особенно плесневых грибов) обычно происходит вследствие выноса их спор с потоком агента сушки. Важнейший показатель правильности технологического процесса сушки — температура нагрева зерна или семян. Его проверяют систематически. Для определения температуры нагрева семян отбирают пробы. Последние помещают в деревянные ящики размером $10 \times 10 \times 15$ см с крышками. Через отверстие в крышке в зерно на 6...8 мин вводят максимальный термометр, постепенно передвигая его в глубь насыпи (для установления максимальной температуры). При этом не допускают соприкосновения ртутного шарика с дном или стенками ящика. Установленная таким путем максимальная температура не должна превышать предельно допустимой температуры нагрева для данной партии. Аналогично проверяют и эффективность работы охладительной камеры. При налаживании процесса температуру нагрева зерна проверяют каждый час, при установившемся режиме — через два часа.

Необходим и контроль за температурой агента сушки, отклонение которой от требуемой допустимо не более чем $\pm 3^\circ\text{C}$. Нужную температуру поддерживают регулированием режима работы топки и притоком воздуха в смесительную камеру.

Важнейший показатель работы сушилок — процент съема влаги. С этой целью проверяют влажность зерна и семян до и после сушки. Пробы отбирают после охладительной камеры не реже чем через каждые два часа, а в период установленного режима сушки ежечасно. Данные наблюдений заносят в журнал учета работы зерносушилки и, если температурные режимы в процессе сушки отклоняются от рекомендованных, принимают необходимые меры.

Производительность сушилок характеризуют разными показателями: количеством испаренной влаги в килограммах за 1 ч, тонно-процентами снижения влажности и др. Так как производительность их зависит от начальной и конечной влажности зерна и семян, их целевого назначения и культуры, установлен единый показатель — *п л а н о в а я т о н н а я , и л и п л а н о в а я е д и н и ц а с у ш к и*, характеризующая снижение влажности 1 т продовольственной пшеницы на 6 % (с 20 до 14 %). В техническом паспорте, руководствах и рекомендациях по сушке производительность сушилок приводят в плановых тоннах.

Чтобы определить производительность сушилки при сушке

партий зерна какой-либо культуры, нужно значение коэффициента K умножить на производительность сушилки по пшенице при том же проценте съема влаги. При сушке семенного материала в связи с более мягкими режимами сушки и меньшим съемом влаги производительность сушилок уменьшается на 50...60 %. Планирование расходов на сушку и исчисление фактических затрат выражают на одну плановую единицу.

Очень важен учет изменений массы партии вследствие испарения влаги. Он необходим и потому, что потери зерна в массе в результате сушки всегда больше, чем процент снижения влажности, так как меняется исходная величина, принимаемая за 100 при вычислении процентов. Процент влажности вычисляют по массе сухого вещества и влаги. Поэтому искомым показателем убыли массы X (%) находят по формуле

$$X = \frac{100(a - b)}{100 - b},$$

где a и b — соответственно влажность зерна до и после сушки, %.

Массу зерна после сушки P_2 (т) определяют по формуле

$$P_2 = \frac{(100 - a)P_1}{100 - b},$$

где P_1 — масса зерна до сушки, т.

Для определения количества убыли массы зерна после сушки пользуются и специально составленными таблицами.

§ 4. Хранение зерна в охлажденном состоянии

Основы режима. Данный режим основан на принципе термоанабиоза. Чувствительность живых компонентов зерновой массы к пониженным температурам позволяет резко снижать их жизнедеятельность или приостанавливать совсем. Хранению в охлажденном состоянии способствует большая тепловая инерция зерновых масс. На основе этого свойства даже в средней зоне страны в большей части насыпи зерна в складах пониженную температуру сохраняют с осени до конца весны, в силосах элеваторов — в течение всего года.

Зерновые массы находятся в охлажденном состоянии первой степени, если температура всех слоев насыпи ниже 10 °С. Более глубоким (вторая степень), а следовательно, и более консервирующим считают охлаждение, если температура зерновой массы ниже 0 °С. Номограмма (рис. 43) дает представление о примерных сроках безопасного хранения зерновых масс в зависимости от их влажности и температуры.

Для охлаждения зерна используют не только атмосферный воздух, но и искусственно охлажденный при помощи холодиль-

Рис. 43. Примерные сроки безопасного хранения зерна в зависимости от влажности и температуры (по данным ВИМ):

1 — 30 °С; 2 — 25; 3 — 20; 4 — 15; 5 — 10; 6 — 5 °С.

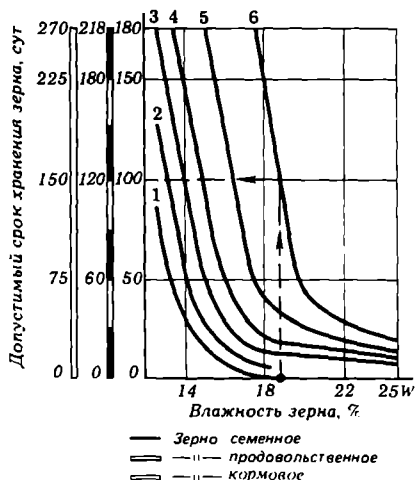
ных установок. Применение искусственного холода позволяет быстро охладить партии зерна и семян, предупредить потери, возникающие вследствие активного развития микроорганизмов и насекомых.

Искусственное охлаждение целесообразно в первую очередь для риса, клещевины, подсолнечника и семян овощных культур. Хранение зерна с использованием искусственного холода (до 10...12 °С) распространено в Японии. Практически все государственные запасы риса в этой стране хранят в складах с кондиционированием воздуха.

Режим хранения зерна в охлажденном состоянии применяют в странах средней и северной зон земного шара (соответственно и в Южном полушарии), используя естественные суточные перепады температуры воздуха. Охлаждение до возможных пределов проводят и в странах с жарким климатом, так как снижение температуры зерновой массы с 30...35 °С до 15...20 °С имеет огромное значение.

В нашей стране режим хранения в охлажденном состоянии — главный (наряду с хранением в сухом состоянии). Этому способствует географическое положение многих основных районов, где производят зерно, и многих крупных населенных промышленных центров, где его потребляют и хранят в больших количествах. В районах Москвы, Санкт-Петербурга, Воронежа, Владивостока, Саратова среднее количество дней в году с температурой ниже 0 °С — 120...150; зоне Целинограда, Кокчетавы, Кустаная, Новосибирска, Омска, Оренбурга — 150...180; в Иркутске и Чите — 180...210. Даже в Запорожье и Ставрополье число дней с температурой ниже 0 °С превышает 100...120.

Если учесть, что зерновая масса любой влажности хорошо сохраняется и при температурах 5...10 °С, то при пониженной температуре зерно можно хранить почти весь год на большей части территории нашей страны. Такой технологический прием, как активное вентилирование, позволяет особенно эффективно использовать перепады температуры воздуха в течение суток.



Для партий зерна и семян с повышенной влажностью, особенно посевного материала, при отсутствии своевременной сушки охлаждение — важнейший прием, обеспечивающий их сохранность. Однако при значительном охлаждении зерновых насыпей (до температуры -20°C и более) создаются условия для большого перепада температур весной, что обычно приводит к самосогреванию в верхнем слое насыпи. Недопустимо избыточное охлаждение посевного материала, так как в партиях семян с повышенной влажностью снижается всхожесть. Температура $-10\text{...}-20^{\circ}\text{C}$ губительно действует на семена злаковых при влажности более $18\text{...}20\%$.

В районах с суровыми зимами целесообразно защищать зерновые массы в хранилищах от переохлаждения своевременным повышением высоты слоя насыпи и правильной эксплуатацией зернохранилищ. Особо ценные партии посевного материала, в которых желательно сохранить всхожесть семян в самом верхнем слое насыпи, укрывают брезентами, рогожами или мешками.

С наступлением весеннего потепления во всех зернохранилищах принимают меры для сохранения в зерновой массе низкой температуры на возможно длительный период. Для этого при первом потеплении закрывают окна, двери и вентиляционные приспособления. На летние режимы хранения переходят постепенно, в противном случае возможны конденсация водяных паров в верхних слоях насыпи, увлажнение зерновой массы и ее самосогревание. Наступление тепла особенно опасно для охлажденных партий зерна с повышенной влажностью.

Способы охлаждения зерновых масс. Зерновые массы охлаждают более холодным атмосферным или специально охлажденным воздухом. Охлаждение атмосферным воздухом можно разделить на две группы: пассивное и активное.

П а с с и в н о е о х л а ж д е н и е. Зерновую массу не перемещают и принудительно не нагнетают в нее воздух. Понижения температуры достигают проветриванием зернохранилищ и устройством в них приточно-вытяжной вентиляции. Открывая окна и двери склада (летом и осенью — в ночные часы, при наступлении устойчивой холодной и сухой погоды — круглосуточно), снижают температуру воздуха в складе и отчасти в зерновой массе. Однако вследствие низкой тепло- и температуропроводности зерновой массы ее внутренние участки охлаждаются очень медленно и при достаточной влажности развитие самосогревания опережает возможность охлаждения всей насыпи даже высотой 1 м.

Эффективность пассивного охлаждения усиливают устройством приточно-вытяжных каналов непосредственно в складах. Но и это помогает далеко не всегда, так как при данной

системе вентиляции через зерновую массу проходит недостаточно воздуха, чтобы ее охладить. Иногда такая вентиляция, поставляя внутрь насыпи новые объемы воздуха, а следовательно, и кислорода, может способствовать активации физиологических процессов и развитию самосогревания. Кроме того, установка труб и каналов в хранилищах и непосредственно в зерновой массе сокращает полезную емкость хранилища и осложняет механизацию перемещения зерна. Проветривание складов (без устройства каналов в насыпях) применяют широко, так как при хранении огромных масс зерна оно приносит значительную пользу, при этом не требуется расхода механической энергии и больших затрат труда.

Активное охлаждение. К таким методам относят перелопачивание, пропуск через зерноочистительные машины, транспортеры и нории, активное вентилирование при помощи стационарных или передвижных установок.

Перелопачивание. Наиболее старый и примитивный метод охлаждения. Зерновую массу перебрасывают с одного места на другое лопатами из дерева, фанеры или легкого металла. Соприкасаясь с окружающим воздухом, зерно и примеси охлаждаются, при этом обновляется и запас воздуха межзерновых пространств. Однако даже при больших перепадах температуры кратковременность общения зерновой массы с воздухом при разовом перелопачивании не обеспечивает достаточного охлаждения.

Перелопачивание чаще всего применяют, когда в зерновой массе идет самосогревание. Однако именно в данный период оно наименее эффективно. В результате неполного охлаждения, но достаточной аэрации в зерновой массе физиологические процессы проходят интенсивнее, вследствие чего отмечается бурное накопление тепла. Поэтому часты случаи, когда после перелопачивания самосогревание усиливается. Кроме того, перелопачивание всегда сопровождается травмированием зерна ударами лопаты и трением о нее. Пыль, содержащаяся в зерновой массе, вызывает необходимость пользоваться респираторами, защитными очками и т. д. При солнечной сушке зерна перелопачивание необходимо.

Перемещение. Значительно больший эффект охлаждения, с меньшими затратами труда, чем перелопачивание, дает перемещение зерновых масс на последовательно установленных транспортерах или через зерноочистительные машины, снабженные вентиляторами (сепараторы, аспирационные колонки, комбинированные агрегаты и т. д.). При этом чем длиннее путь зерна, тем больше оно соприкасается с воздухом и тем интенсивнее охлаждается.

Возможно и комбинированное охлаждение зер-

новых масс на транспортерах с одновременным использованием зерноочистительных машин. Сбрасывающая часть каждого транспортера должна быть максимально поднята, что создает наиболее длинный путь перемещения зерновой массы по воздуху с одного транспортера на другой. Транспортеры в средней части линии при сухой погоде устанавливают вне склада. Однако данный способ приводит к травмированию зерна. Наиболее прогрессивный метод охлаждения — активное вентилирование.

Правила охлаждения. Любой способ охлаждения проводят в условиях, исключающих увлажнение зерновой массы. Недопустимы подмочка осадками, а также увеличение влажности в результате сорбции паров воды из воздуха. Поэтому зерно охлаждают с учетом его фактической и равновесной влажности, температуры и влажности воздуха. Исключение составляют зерновые массы в состоянии самосогревания. Их охлаждают при любой влажности воздуха, так как при соприкосновении с нагретым зерном заметно повышается температура и увеличивается влагоемкость даже холодного, насыщенного водяными парами воздуха.

При охлаждении влажность зерновых масс может снизиться. Это особенно характерно при соприкосновении сырого зерна с холодным сухим воздухом с температурой ниже 0 °С. В таких условиях потеря влаги может достигать нескольких процентов.

§ 5. Хранение зерна без доступа воздуха

Основы режима. Такой способ хранения основан на принципе анаксианабиоза. Отсутствие кислорода в межзерновых пространствах и над зерновой массой значительно уменьшает интенсивность ее дыхания, в результате зерна основной культуры и семена сорных растений переходят на анаэробное дыхание и постепенно гибнут. Практически полностью прекращается жизнедеятельность микроорганизмов, так как подавляющая масса их состоит из аэробов. Исключается возможность развития клещей и насекомых, также нуждающихся в кислороде. Таким образом, резко сокращаются потери массы зерна.

В бескислородной среде с влажностью до критической хорошо сохраняются технологические и кормовые качества зерновой массы. С увеличением влажности продовольственные и кормовые достоинства несколько понижаются: темнеют оболочки, появляются спиртовой и кислый запахи, увеличивается кислотное число жира. Без доступа воздуха посевной материал хранят только при влажности значительно ниже критической, когда семена находятся в состоянии глубокого анабиоза, иначе неизбежна потеря всхожести.

Бескислородную среду создают одним из трех путей: естест-

венным накоплением диоксида углерода и потерей кислорода вследствие дыхания живых компонентов, отчего и происходит самоконсервация (автоконсервация) зерновой массы; введением в зерновую массу газов (диоксида углерода, азота и некоторых других), вытесняющих воздух из межзерновых пространств; созданием в зерновой массе вакуума. В сельском хозяйстве используют первый путь. Для создания режима хранения зерновых масс без доступа воздуха требуются полностью герметизированные хранилища. Такие хранилища промышленного типа созданы. Массовое хранение зерна без доступа воздуха осуществляют в грунте.

Хранение зерна в грунте. В плотном грунте без близкого стояния вод легко обеспечивается надежная герметизация хранимых объектов. Кроме того, при сравнительно низкой температуре грунта создается стационарный режим, исключаящий существенную миграцию влаги в зерновой массе.

Подобный способ получил распространение в связи с увеличением производства зерна кукурузы на кормовые нужды. Влажность зерна кукурузы при уборке значительна (25...35 % и более). Для сохранения такого зерна в обычных надземных складах его высушивают до 13...15 %, что не всегда возможно и обходится дорого. Поэтому часть зерна кукурузы оставляют с естественной влажностью и хранят в герметических условиях.

Техника хранения кормового зерна кукурузы разработана во Всесоюзном научно-исследовательском институте кормов и Кубанском институте испытания сельскохозяйственных машин и тракторов. Зерновую массу кукурузы, получаемую при обмолоте початков комбайном, независимо от влажности закладывают в специальные траншеи (рис. 44) или силосные ямы, плотно утрамбовывают, укрывают пленочными или другими материалами, а затем землей или глиной. Тщательная герметизация и гидроизоляция траншей — необходимое условие благополучного хранения. Закладывают зерно в траншеи (или изолированные отсеки) в течение 1...2 сут, чтобы не было заметного развития плесневых грибов до времени герметизации.

При влажности зерновой массы кукурузы до 35 % ав-

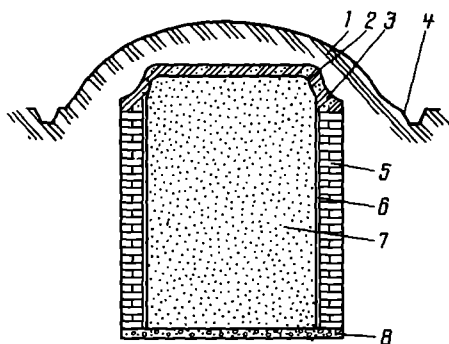


Рис. 44. Траншея для хранения зерна в грунте:

1 — земля; 2 — толь; 3 — жирная глина с мякиной; 4 — водоотводная канавка; 5 — кирпичная кладка; 6 — битум; 7 — зерно; 8 — бетон.

токонсервация проходит быстро. При большей влажности в ней наблюдается молочнокислое и спиртовое брожение, то есть происходит силосование. Образующаяся молочная кислота не ухудшает кормовых достоинств зерна, увеличивая лишь его кислотность до рН 4,1...4,3. Общие потери сухих веществ сравнительно невелики для зерна в полной спелости (2...3 %) и в восковой (4...6 %).

Для гидроизоляции и большей герметизации траншеи выкладывают кирпичом и цементируют, заливая битумом или выстилают газо- и водонепроницаемыми пленками. Глубина траншеи 3,5 м, ширина 3 м, длина произвольная. Через 5...10 м делают перемычки, что позволяет использовать содержимое траншеи по частям. Траншеи устраивают вблизи мест потребления (ферм, фабрик откорма птицы и т. д.) и защищают их от проникновения грызунов. Из открытой траншеи зерно скармливают скоту в течение 2...3 суток, так как оно быстро плесневеет.

В грунте можно хранить и кормовое зерно других культур, в том числе сухое. Это важно в южных районах страны, где зерно особенно подвержено заражению насекомыми-вредителями.

§ 6. Характеристика хранилищ

Общие требования. Чтобы обеспечить тот или иной режим хранения, защитить зерно от нежелательных воздействий окружающей среды, исключить неоправданные потери массы и качества, все партии зерна, и особенно семенного, хранят в специальных хранилищах. Зернохранилища (специальные для посевного материала называют семенохранилищами) сооружают обязательно с учетом физических и физиологических свойств зерновой массы. Кроме того, к хранилищам предъявляют следующие требования: технические (строительные, противопожарные и т. д.), технологические, эксплуатационные и экономические. В зависимости от этого хранилища сооружают из разных строительных материалов: дерева, камня, кирпича, железобетона, металла и др. Выбор зависит от местных условий, целевого назначения зернохранилищ, длительности хранения зерна и экономических соображений. Правильно построенные зернохранилища из камня, кирпича и железобетона вследствие малой теплопроводности материалов позволяют также избежать резко выраженных явлений термовлагопроводности в зерновой массе.

Зернохранилище должно быть достаточно прочным и устойчивым: выдерживать давление зерновой массы на пол и стены, давление ветра и т. д. Оно должно также предохранять зерновую массу от неблагоприятных атмосферных воздействий и грунтовых вод. Кровлю, окна и двери устраивают так, чтобы исключить

возможность попадания осадков, стены и пол изолируют от проникновения грунтовых и поверхностных вод. В правильно сооруженном зернохранилище при нормальной эксплуатации в большинстве зон страны сырости не бывает. Влажность воздуха в таких хранилищах поддерживают на уровне 60...75 % в течение почти всего года, что соответствует равновесной влажности 13...15 % для всех зерновых культур. Хранилища должны надежно защищать зерно от грызунов и птиц, от насекомых-вредителей и клещей, быть удобными для обеззараживания (дезинсекции) и удаления пыли, иметь удобные подъездные пути. Особое значение приобретает механизация хранилищ, позволяющая сократить затраты труда.

Зерновые массы хранят насыпью и в таре. Первый способ основной и наиболее массовый. Хорошая сыпучесть зерновых масс позволяет легко загружать их в емкости любых размеров и любой конфигурации (бункер, склад, силос и т. д.). При хранении насыпями перемещение зерновых масс можно полностью механизировать. В данном случае лучше используются площадь и объем многих хранилищ. Оно обходится дешевле и потому, что исключаются большие затраты на тару.

Однако часть семян хранят в таре. Это семена элиты и первой репродукции, полученные от научно-исследовательских учреждений, семена кукурузы, доставленные с заводов после обработки, а также семена овоще-бахчевых, эфирномасличных и технических культур (горчицы, табака и др.), трав. Основной вид тары для семян — мешки из прочных и грубых тканей (джутовые, посконные и др.), бумажные мешки с тканевой прокладкой, крафт-мешки и др.

Типы зернохранилищ. В нашей стране основные типы зернохранилищ — одноэтажные склады с горизонтальными или наклонными полами и элеваторы. Старые склады за редким исключением имеют малую вместимость (50, 100, 165, 300 т), во многих из них отсутствует механизация. Вновь строящиеся склады возводят по проектам, предусматривающим загрузку зерна транспортерами, использование принципа самотека и т. д. Вместимость составляет 500, 1000, 1300, 1500, 2000, 2300, 3600, 5000 т. Существуют хранилища с горизонтальными полами и бункерного типа, с различной механизацией, сооружаемые из сборных железобетонных элементов, кирпича и металла. В некоторых складах предусмотрены отделения для хранения в таре, для упаковки и протравливания, с установками для активного вентилирования и т. д.

В государственной системе хлебопродуктов, на хлебоприемных пунктах и предприятиях, перерабатывающих зерно, наряду со складами большой вместимости имеется и много элеваторов. Современные элеваторы (от лат. *elevare* — поднимать) — мощ-

ные промышленные предприятия для приема, обработки, хранения и отпуска зерна. Это фабрика по доведению зерна до кондиций потребления, на которой формируют крупные, однородные по качеству партии зерна, предназначенные к использованию в народном хозяйстве.

Элеватор состоит из двух основных частей: рабочего здания и силосного корпуса или нескольких корпусов. Зерновые массы хранят в силосах высотой до 30 м (а иногда и более), вместимостью обычно 150...600 т. Вместимость элеваторов зависит от их целевого назначения и места постройки; числа, высоты и поперечного сечения силосов. Силосы сооружают из монолитного или сборного железобетона. Они бывают цилиндрическими и прямоугольными. При расположении цилиндрических силосов в несколько рядов между ними образуются дополнительные емкости, так называемые звездочки. При такой высоте силосов загружаемая зерновая масса должна обладать хорошей сыпучестью и быть устойчивой при хранении. Поэтому на хранение загружают только партии сухого зерна или средней сухости.

Высота рабочего здания 50...65 м. В нем по этажам размещены зерноочистительные машины, аспирационные устройства, автоматические весы, а иногда и зерносушилки. У элеваторов неодинакового назначения (заготовительных, перевальных, портовых, на мукомольных заводах) различные технологические схемы. В общем виде схему движения зерна на элеваторе можно представить так: зерновая масса из приемных точек (на хлебоприемном пункте), вагонов или судов поступает в приемную яму, расположенную ниже уровня поверхности земли под рабочим зданием. Оттуда ковшовыми нориями (производительностью 100...175 и 350 т/ч каждая) зерно поднимают в верхнюю часть здания, далее оно попадает на автоматические весы, затем самотеком поступает в зерноочистительные машины, расположенные на этажах. После этого, если требуется, зерновую массу направляют в сушилку.

Очищенную и просушенную зерновую массу снова доставляют на верхние этажи и распределительными устройствами направляют на надсилосные транспортеры, которые перемещают ее в предназначенный силос. Из силоса зерно выпускают самотеком (после открытия задвижки) на подсилосный транспортер. Отсюда зерновую массу направляют в специальные отпускные силосы и устройства для погрузки в вагоны или суда.

Многие элеваторы, кроме механического транспортера для перемещения зерна (особенно для его выгрузки из судов), оборудованы также пневматическими установками. Зерно прямо из трюмов судов по системе трубопроводов переносится в приемную яму.

Элеваторы оборудованы централизованной системой управ-

ления, осуществляемой диспетчером с пульта. На элеваторе одновременно могут проводиться многие операции с зерном (прием, отпуск, очистка, сушка, перемещение и т. д.). Впервые в мире в 50-е годы в нашей стране создали элеваторы с полностью автоматическим управлением всеми операциями.

При эксплуатации выгодны элеваторы в комплексе со складами. Хранить обработанное зерно в складах дешевле, чем в элеваторах. Поэтому элеваторы прежде всего используют для обработки зерна, подготовки партий и удобной их отгрузки на длительное хранение или к местам потребления. Чем больше пройдет через элеватор зерна, тем он рентабельнее.

Чтобы сократить потери зерна, необходимо дальнейшее расширение сети зернохранилищ, совершенствование их эксплуатационных качеств и снижение стоимости хранилищ на тонну вместимости. В связи с этим сооружают хранилища из металла, жестких пластиков или синтетических пленочных материалов. В последнем случае нужную форму им придают при помощи металлических каркасов или пневматики (так называемые «надутые хранилища», стены и крыша которых удерживаются в нужном положении в результате заполнения внутренних герметических полостей воздухом до определенного давления).

Значительное распространение (в США и некоторых странах Европы) получили бункера из металла (стали, оцинкованной стали или алюминия), сборные или цельносварные. Их делают цилиндрическими или прямоугольными, из гладкого или гофрированного металла, а иногда и штампованного в виде вафли. Вместимость отдельных бункеров различна — от нескольких десятков и сотен кубических метров (на 15, 30, 50, 200 т) до нескольких тысяч кубических метров (на 500...1000 и до 10...30 тыс. т). Бункера оборудованы средствами загрузки и выгрузки зерна, имеют плоские или конические днища, а также установки для аэрации или активного вентилирования. Бункера сравнительно малой вместимости распространены в сельском хозяйстве, а большие («бины») — в фирмах, покупающих, хранящих или перерабатывающих зерно. Некоторые бункера оборудованы и установками для определения температуры зерновой массы.

Металлические бункера малой вместимости получают распространение и в нашей стране. Специалисты ВИМ и завода Брянсксельмаш на базе вентилируемого бункера БВ-25 разработали конструкцию металлического хранилища. Созданы и используются хранилища на 40 т, объединяемые по четыре, и зернохранилища ЦЕМКПД, скомпонованные из четырех силосов, вместимостью 500 т каждый. В системе хлебопродуктов, особенно при комбикормовых заводах, где зерно долго не хранят, сооружают металлические хранилища вместимостью 2,5...3 тыс. т.

Металлические бункера хорошо защищают зерно от увлажнения, доступа насекомых и грызунов. Их сооружают в короткие сроки при меньших затратах труда. Такие бункера занимают меньше площади, чем напольные склады и тем более бунты, их легко связать коммуникациями с другими хранилищами и комплексами по очистке и сушке зерна. При сооружении металлических бункеров учитывают прочность конструкций. При большой вместимости бункеров возникают напряжения в металле, что мо-

жет привести к их разрушению. Причинами такого явления служат перепады температуры (особенно ниже 0 °С) и неравномерный обогрев, возрастающее давление при выпуске зерновой массы, вибрации грунта от передвижения транспорта, низкое качество сварки или креплений, скрытые дефекты в металле и др.

Металлические бункера пригодны для длительного хранения зерновых масс только с влажностью ниже критической на 1... 2 %. Но и при этом не исключено образование конденсационной влаги вследствие перепада температуры. Чтобы не допустить плесневения зерна и самосогревания, конденсат своевременно удаляют (или предупреждают его появление) при помощи установки для активного вентилирования или выпуска зерна из бункера. При низкой влажности зерна и периодическом вентилировании зерновой массы малые и средние металлические бункера вполне пригодны для хранения семян основных зерновых культур.

§ 7. Временное хранение зерна в бунтах и на площадках

Несмотря на рост сети зернохранилищ в нашей стране, в период уборки в некоторых районах вынуждены еще временно хранить зерно в бунтах. Под бунтами понимают партии зерна, уложенные по определенным правилам вне хранилищ (под открытым небом), в насыпи или в таре. Бунтовое хранение в насыпях применяют также в США, Канаде и других странах.

При хранении зерна в бунтах насыпям придают форму конуса, пирамиды, параллелепипеда, трехгранной призмы (одна из граней которой служит нижней частью бунта) или другой конфигурации, дающей возможность легче укрыть бунт и обеспечить наибольший сток осадков. В нашей стране бунты устраивают преимущественно удлиненной формы, в США — конусообразной.

Доступность зерновых масс в бунтах воздействию различных внешних факторов делает их неустойчивыми при хранении. В бунтах трудно наблюдать за состоянием зерновой массы во внутренних участках. Поэтому самосогревание и развитие вредителей часто нельзя обнаружить своевременно. Кроме того, зерно легко загрязняется, портится и часто истребляется птицами и грызунами, а в открытых бунтах легко прорастает. В бунтах не хранят семенные фонды.

Площадку для бунтов устраивают на ровном месте так, чтобы не задерживалась вода. Она должна быть удобной для подъезда автомобилей, доставки транспортных механизмов, зерноочистительных машин, установок для активного вентилирования и т. д. Площадку асфальтируют либо утрамбовывают грунт и делают настил из дерева, сухих соломенных (камышовых) матов или

выстилают пленками. Бунты располагают узкой (торцовой) частью по направлению господствующих ветров в осенне-зимний период. Перед укладкой в бунт зерновую массу любой влажности охлаждают до температуры 8 °С и ниже. Это исключает активное развитие клещей и насекомых и в значительной степени уменьшает возможность самосогревания. Охлаждают зерно, пропуская его через цепочку транспортеров, зерноочистительные машины, применяя установки для активного вентилирования. Используют и точные перепады температуры.

Укрывают только бунты с сухим и влажным, предварительно охлажденным зерном. Бунты с неохлажденной зерновой массой и влажностью выше критической не укрывают, так как в них быстро начнется самосогревание. Для укрытия используют брезент, соломенные и камышовые маты, солому (ее закладывают комлем в зерновую массу при засыпке, а верхнюю часть соломин наклоняют вниз). Укрытия закрепляют так, чтобы их не сорвал ветер, а сток осадков находился ниже основания бунта. Нужно еще раз подчеркнуть, что временное хранение зерна в бунтах — крайняя мера. В южных районах страны кормовое зерно лучше хранить не в бунтах, а в грунте.

Контрольные вопросы и задания. 1. Охарактеризуйте режимы хранения зерновых масс. 2. Каковы основы режима хранения зерновых масс в сухом и охлажденном состоянии? Какое зерно считают охлажденным и почему? 3. Назовите способы охлаждения зерновых масс. 4. На чем основан режим хранения зерновых масс без доступа воздуха? Укажите способы применения этого режима. 5. Перечислите способы сушки зерна. На чем они основаны? 6. Назовите типы зерносушилок, применяемых в сельском хозяйстве, дайте их характеристики. 7. Что входит в понятие «режим сушки»? 8. Какие существуют режимы сушки зерна и семян различных культур? 9. Перечислите типы зернохранилищ, дайте их характеристику. 10. Когда зерно хранят в бунтах и на площадках? Дайте оценку этого способа хранения.

Глава 11

МЕРОПРИЯТИЯ, ПОВЫШАЮЩИЕ УСТОЙЧИВОСТЬ ЗЕРНОВЫХ МАСС ПРИ ХРАНЕНИИ

§ 1. Очистка зерновых масс от примесей

Хранение партий зерна в сухом или охлажденном состоянии наиболее эффективно в технологическом отношении и экономически выгодно, когда применяют в комплексе или отдельно различные вспомогательные приемы, направленные на повышение их устойчивости. К таким приемам относят очистку от примесей, активное вентилирование, защиту от вредителей хлебных запасов и др. Особый прием, позволяющий сохранять партии

зерна повышенной влажности, предназначенные на кормовые цели, — химическое консервирование.

Своевременное (во время уборки урожая) удаление из зерновой массы семян сорняков, зеленых частей растений, пыли и значительного количества микроорганизмов резко снижает ее физиологическую активность. Особенно недопустима задержка с очисткой семенных фондов. Проведение этой работы в более поздние сроки позволяет довести партии семян только до уровня посевных кондиций первого или второго класса по содержанию примесей (отхода), но не влияет положительно на состояние семян при хранении, их жизнеспособность и полевую всхожесть.

Эффективность очистки зависит от правильности подбора зерноочистительных машин, установки и регулирования рабочих органов. Хорошие результаты при очистке получают, если предварительно проверяют состав примесей в партиях зерна. С учетом этого составляют схему очистки.

Для своевременной очистки зерновых масс от примесей и экономии затрат труда в сельском хозяйстве широко используют зерноочистительные агрегаты производительностью 20 и 40 т/ч (по продовольственному зерну пшеницы). Они представляют собой поточную линию, обеспечивающую прием, очистку, временное хранение и отгрузку зерна. Зерноочистительные машины размещены на блоке бункеров, который, в свою очередь, установлен на металлических опорах так, чтобы к каждому бункеру (под него) подъезжал автомобиль. Рабочим процессом управляют с дистанционного пульта, в котором предусмотрена система блокировки и сигнализации.

В комплект агрегата входят: автомобилеразгрузчик, блок из трех бункеров с перегородками, две зерноочистительные машины ЗАВ-10.30.000, два триерных блока ЗАВ-10.90.000, норы, пульт управления, комплект зерно- и воздухопроводов. Основная технологическая схема включает следующие операции: выгрузку зерна в приемную яму, подъем его норией с последующей подачей самотеком в зерноочистительную воздушно-ситовую машину, перемещение очищенного зерна цепочно-скребковым транспортером на триерный блок и после прохождения триеров — в бункер для очищенного зерна.

В зерноочистительной машине воздушным потоком отделяются легкие примеси, на ситах зерновой ворох разделяется на три фракции: очищенное зерно, кормовое зерно и зерновые отходы. При отсутствии надобности триерный блок отключают. При подаче в машину вороха зерна избыток его попадает в резервный бункер, что обеспечивает возможность равномерной загрузки. Агрегат ЗАВ-20 устанавливают на токах с поступлением до 5...6 тыс. т зерна. Одновременно он обрабатывает ворох только одной культуры.

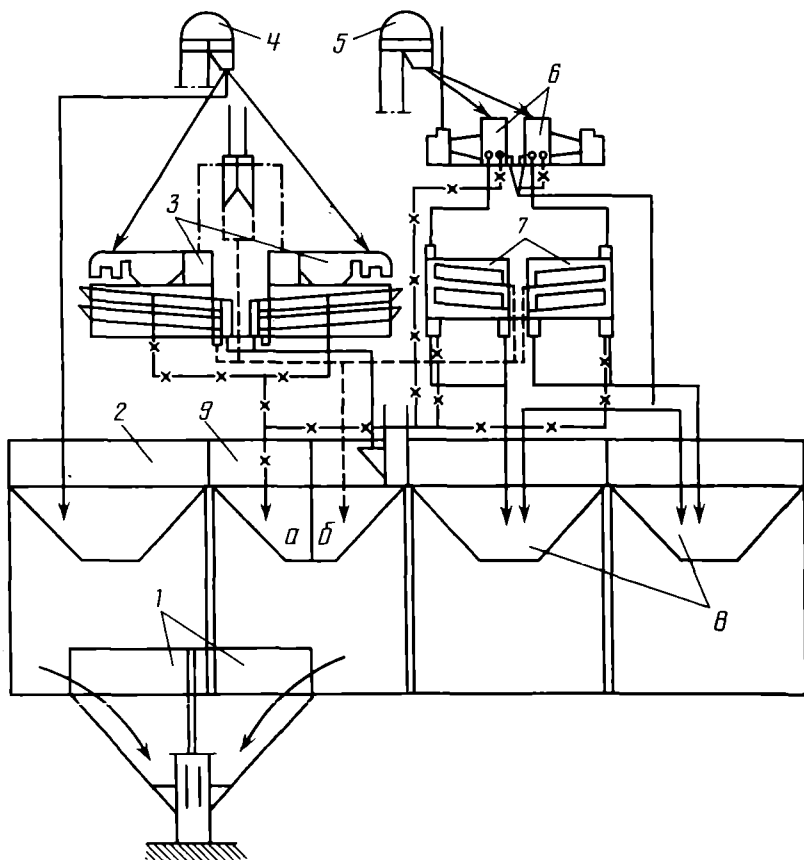


Рис. 45. Зерноочистительный агрегат ЗАВ-40:

1 — завальная яма; 2 — бункер резервного зерна; 3 — зерноочистительная машина ЗВС-20; 4 и 5 — двухпоточные норы 2НЗ-20; 6 — центробежный пневматический сепаратор; 7 — триерный блок; 8 — бункер чистого зерна; 9 — бункер примесей с отделениями зерновых отходов (а) и примесей (б).

Агрегат ЗАВ-40 (рис. 45) характеризуется более разносторонней технологией. Производительность на очистке продовольственного зерна пшеницы 40 т/ч, семенного — до 15 т/ч. На центробежных пневматических сепараторах ворох разделяется на две (отходы и зерно) или три (отходы, промежуточная зерновая фракция и чистое зерно) фракции. Агрегат обрабатывает зерновой ворох многих культур по шести технологическим схемам и доводит его до требований базисных кондиций на зерно продовольственного назначения. Одновременно можно

вести очистку вороха двух культур. За сезон на агрегате обрабатывают 8...10 тыс. т зерна.

При оснащенности зерноочистительными машинами достаточно универсален и пригоден для очистки семенного и продовольственного зерна агрегат ЗАР-5. При очистке продовольственного зерна пшеницы его производительность достигает 20 т/ч, риса — 10, посевного материала соответственно 10 и 5 т/ч. Для вторичной очистки семенного зерна агрегат оборудован двумя семяочистительными машинами СВУ-5, на которых выделяют фракции зерна первого, второго сортов и зерновые отходы. Более производительный зерноочистительный агрегат ЗАВ-50, обеспечивающий обработку зерновых, зернобобовых культур до базисных кондиций. Агрегат оборудован отделением для временного хранения обработанного зерна. Сооружают и агрегат ЗАВ-100, состоящий из двух агрегатов ЗАВ-50.

В районах производства зерна повышенной влажности наиболее рациональная система обработки зерновых масс — совместное проведение технологических операций по очистке и сушке. Очистительная часть комплекса базируется на оборудовании зерноочистительных агрегатов, сушильная — представлена сушилками барабанного и шахтного типов. Наиболее распространены комплексы КЗС-25Ш и КЗС-50. На последнем комплексе достигают заданной производительности при влажности зерна до 16 % и засоренности до 20 %. Для лучшей обработки семян агрегатам и комплексам придана семяочистительная приставка СП-10. Ее используют по шести технологическим схемам.

Специфичен по назначению, оборудованию и технологической схеме семяочистительно-сушильный пункт производительностью 1,5...2 т/ч. Обработка и подготовка семян по основной технологической схеме включает следующие операции: предварительную очистку, активное вентилирование зерновой массы, сушку, вторичную очистку, протравливание и улаковывание в мешки.

Увеличение производства комбикормов непосредственно в сельском хозяйстве, более рациональное использование отходов при очистке, выделение менее ценных фракций зерна выдвинули необходимость комплексной обработки зерновых масс. Для этого разработаны зернокормоперерабатывающие комплексы. На государственных хлебоприемных предприятиях зерновые массы различного назначения также обрабатывают на поточных линиях, обычно связанных с элеватором.

§ 2. Активное вентилирование зерновых насыпей

Основы приема. Активным вентилированием называют принудительное продувание зерна воздухом без его перемещения, что возможно вследствие скважистости зерновой массы. Воздух,

нагнетаемый вентиляторами, вводится в зерновую массу через систему каналов или труб и пронизывает ее в различных направлениях (рис. 46). Холодным воздухом можно за несколько часов охладить всю зерновую массу и тем самым ее консервировать. Это особенно важно для ликвидации самосогревания.

При малой влагонасыщенности воздуха с различной температурой снижают относительную влажность воздуха межзерновых пространств и даже подсушивают зерновую массу, что также понижает ее физиологическую активность. Периодическая смена воздуха в партиях семенного зерна способствует сохранению его всхожести, а продувание свежееубранного зерна сухим теплым воздухом — его послеуборочному дозреванию.

Применяя активное вентилирование, обеспечивают предпосевной обогрев семян. Используя установки для активного вентилирования, легко и быстро проводят дегазацию зерновых масс после обработки фумигантами. Активное вентилирование исключает травмирование зерна, что всегда в той или иной степени происходит во время пропуска зерновых масс через зерносушилки, зерноочистительные машины и при перемещении транспортными механизмами. Это особенно важно для семенного материала.

Наряду со значительной технологической эффективностью активное вентилирование выгодно и в экономическом отношении. Оно исключает затраты на перемещение зерновой массы и значительно сокращает потребность в рабочей силе. По сравнению, например, с перелопачиванием оно обходится в десятки раз дешевле, а по технологической эффективности вообще несравнимо.

Длительное время при активном вентилировании использовали только атмосферный воздух в его естественном состоянии. Теперь применяют и активное вентилирование подогретым воздухом, что позволяет значительно подсушивать зерновую массу без перемещения в хранилище или на площадках. Используют и искусственно охлажденный воздух.

Типы установок. Активное вентилирование применяют в складах, на площадках, в специальных бункерах и силосах элеваторов. В сельском хозяйстве используют следующие установки: стационарные напольные с устройством постоянных каналов в полу склада или площадки (рис. 47); напольно-переносные, пред-

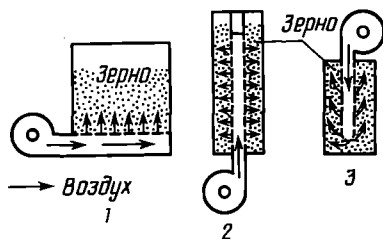


Рис. 46. Схемы движения воздуха в зерновой массе при активном вентилировании в хранилищах и на площадках:

1 — вертикальная; 2 и 3 — радиальная.

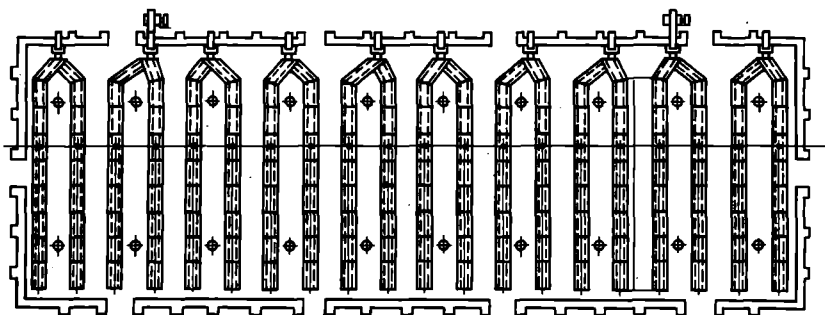


Рис. 47. Схема расположения каналов в полу склада.

ставляющие систему переносных воздухораспределительных каналов, укладываемых в нужном месте на пол склада или площадки (рис. 48), такие установки обычно применяют в складах и на площадках с хорошими полами, ранее не оборудованных каналами; бункерные; трубные.

В установках как первого, так и второго типа воздух в каналы и решетки попадает через диффузор, соединенный с осевым или центробежным электровентилятором достаточной мощности и производительности. Вентиляторы присоединяют к диффузору за пределами склада (по его продольной или торцевой стене) и за-

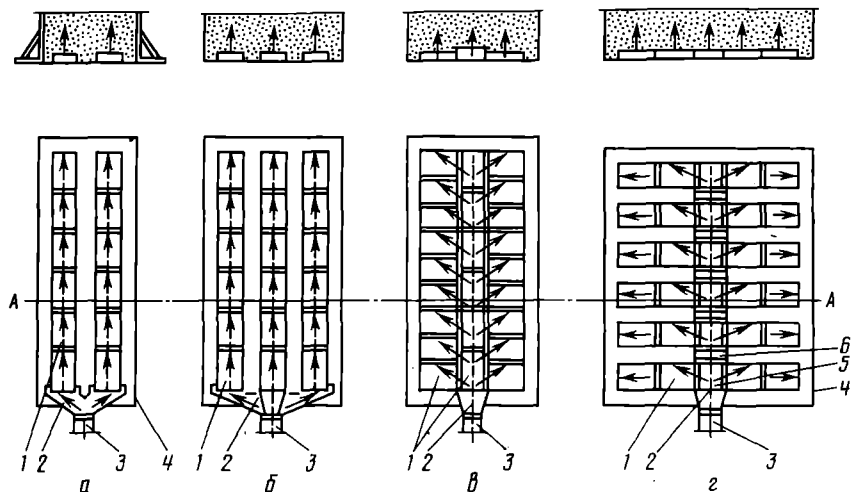


Рис. 48. Воздухораспределительные решетки (каналы) напольно-переносных установок:

а — укладка в два ряда; *б* — в три ряда; *в* — сплошная; *г* — с отверстиями; 1 — воздухораспределительная решетка; 2 — диффузор; 3 — вентилятор; 4 — переносная стенка или стена помещения; 5 — проходной щит; 6 — глухой щит.

щищают от осадков. Часто в складе нужны всего один-два вентилятора. Поставив на колеса, их перемещают к нужным в данный момент диффузором. Для активного вентилирования используют различные осевые и центробежные вентиляторы.

Успех работы установок зависит также от правильности устройства всей воздухораспределительной сети, рассчитанной так, чтобы во всех ее частях поддерживался нужный напор воздуха. В противном случае продувание будет неравномерным, образуются застойные, недостаточно вентилируемые, увлажняющиеся и неохлажденные участки насыпи, что приводит к образованию очагов порчи.

Бункерные установки (типа вентилируемый бункер) представляют собой цилиндрические или прямоугольные бункера разной высоты (8...12 м) или силосы элеватора (до 30 м), оборудованные специальными каналами для нагнетания воздуха в насыпь. Системы их различны. В одних воздух нагнетается снизу и проходит через всю высоту насыпи, в других продувание радиальное или послойное. При большой высоте насыпи применяют вентиляторы высокого давления.

В хозяйствах используют цилиндрические металлические бункера (чаще из стали) с радиальной подачей воздуха (табл. 36). Внутри бункера (по центру) вертикально установлен цилиндрический канал, на стенках которого, так же как и на бункере, выштампованы отверстия для прохода воздуха. Нагнетаемый при помощи вентилятора воздух поступает в канал (внутренний цилиндр), из него попадает в зерновую массу и выходит наружу через перфорированные стенки. Внутри воздухораспределительного канала расположен перемещающийся воздухозапорный клапан, обеспечивающий равномерное распределение воздуха в зерновой массе на нужном уровне.

Бункера такого типа оснащены электрическими воздухоподогревателями. Во время сушки зерновой массы их включают на нужный срок. После сушки зерновую массу охлаждают. Загружают бункера нориями, а выгружают — самотеком.

36. Технико-экономические показатели вентилируемых бункеров

Показатели	К-878	БВ-25	БВ-40
Вместимость:			
бункера, м ³	39	37	54
по пшенице, т	29	25	40
Диаметр, м	3	3,1	3,15
Высота, м	8,14	8,5	11
Мощность вентилятора и воздухоподогревателя, кВт	25,5	35	65
Масса, т	2,150	2,3	3

Созданы отделения вентилируемых бункеров ОБВ-160, состоящие из четырех бункеров вместимостью по 40 т. Они предназначены для накопления, временной консервации и высококачественной сушки семян, а также для зимнего хранения семян кондиционной влажности.

Еще встречаются передвижные трубные установки ПВУ-1. Погружают трубы (диаметром 102 мм) в насыпь зерна и извлекают их оттуда электровибромолотом. На верхнюю часть трубы надевают вентилятор, подающий до 550 м³/ч воздуха. Установки ПВУ-1 полезны при работе с семенами на токах и в хранилищах. На один бункер вместимостью 5...10 т требуется одна труба с вентилятором.

Однако при использовании передвижных трубных установок для вентилирования применяют не атмосферный воздух, а находящийся в складе. Поэтому при обработке больших масс зерна создается свой «климат», снижающий технологическую эффективность (повышается температура и влажность воздуха и т. д.). Установки ПВУ-1 значительно энергоемки. Наиболее приемлемы они при хранении семян в закромах.

Эксплуатируют и телескопические вентиляционные установки ТВУ-2. В собранном виде для транспортирования они представляют собой трубу, в которой размещены четыре звена, входящих одно в другое (рис. 49). Эти звенья перфорированы по всей поверхности отверстиями диаметром 3 мм. Внутри звеньев проходит трос длиной 12 м, один конец которого закреплен в пятом звене, а противоположный выведен за пределы первого и имеет петлю. Уложенные по прямой на полу площадки или склада, растянутые

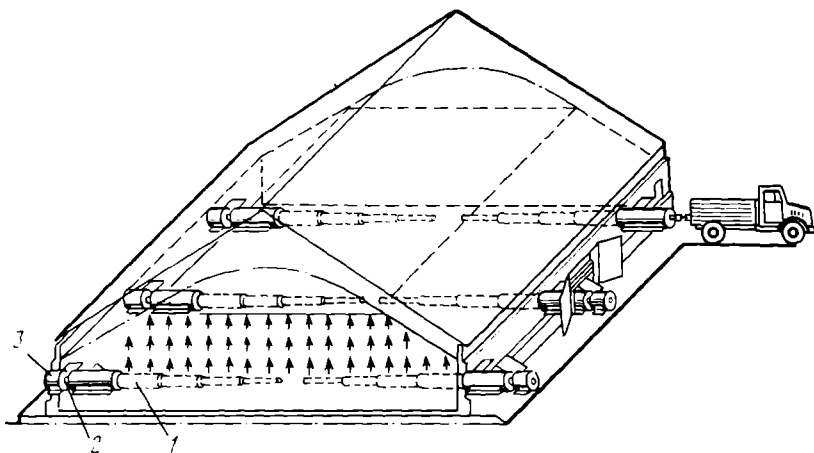


Рис. 49. Телескопические установки ТВУ-2, размещенные в складе:
1 — телескопические трубы; 2 — муфты; 3 — вентилятор с мотором.

на всю длину звенья засыпают зерновой массой на 2,5...3 м. К наружному концу трубы присоединяют вентилятор, обеспечивающий подачу воздуха 12 тыс. м³/ч. Такой установки достаточно, чтобы обработать 100...150 т зерна. При необходимости размещают несколько установок на расстоянии 2,5...4 м (в зависимости от влажности зерна). По окончании вентилирования установку вытягивают из насыпи за трос трактором или автомобилем и используют на другом месте.

Новый способ активного вентилирования — применение аэрожелобов. Они представляют собой устройства, в которых сочетается перемещение зерна по горизонтали (полу склада) с одновременным активным вентилированием или самостоятельным продуванием.

Условия и режимы активного вентилирования. Успех активного вентилирования, как и любого технологического приема, зависит не только от конструкции установки и правильности ее эксплуатации. На эффективность вентилирования влияют температура и влагонасыщенность используемого воздуха, влажность зерновой массы и ее температура. Важнейшую роль играют общее количество воздуха, нагнетаемого в зерновую массу, и его объем за определенное время (1 ч). Например, при послеуборочном дозревании зерна целесообразна обработка его теплым и сухим воздухом при сравнительно малом его расходе. Перед севом семена можно обогреть теплым и даже влажным воздухом. Сухое зерно охлаждают холодным и достаточно сухим воздухом. Зерновую массу высокой влажности, находящуюся в состоянии самосогревания, успешно охлаждают даже холодным воздухом, насыщенным влагой.

С учетом изложенного разработаны правила активного вентилирования зерновых масс и определены нормы расхода воздуха на 1 т зерна — удельная подача. В зависимости от культуры, влажности зерновой массы и целей вентилирования она колеблется от 30 до 200 м³/ч при высоте насыпи 1,5...3,5 м (табл. 37).

37. Минимальная удельная подача [м³/(ч·т)] воздуха при активном вентилировании семян

Влажность семян. %	Подача воздуха, на 1 т (не менее)	Высота насыпи l м (не выше)			
		Пшеница, рожь, овес, кукуруза	Просо	Горох, кормовые бобовые, люпин	Подсолнечник
16	30	3,5	2,2	3,0	3,0
18	40	2,5	2,0	2,5	2,5
20	60	2,0	1,8	2,0	2,0
22	80	2,0	1,6	2,0	1,8
24	120	2,0	1,5	2,0	1,5

Удельную подачу воздуха q [$\text{м}^3/(\text{ч}\cdot\text{т})$] определяют по формуле

$$q = Q/C,$$

где Q — количество воздуха, подаваемого вентилятором в насыпь зерна, $\text{м}^3/\text{ч}$;
 C — масса вентилируемого зерна, т.

Наибольшая удельная подача необходима, если активное вентилирование проводят для подсушивания зерновой массы или устранения самосогревания. Наименьшая — при профилактическом проветривании (аэрировании и послеуборочном дозревании сухой зерновой массы).

Технологической эффективности вентилирования достигают тем быстрее, чем больше разница между параметрами воздуха и зерновой массой. При разности температур 5°C и удельной подаче $100 \text{ м}^3/\text{ч}$ температура зерновой массы за час вентилирования снижается на $0,2^\circ\text{C}$, а при разности температур 15° — на $0,6^\circ\text{C}$ за час (рис. 50).

При известных условиях активное вентилирование может вызвать увлажнение зерна. Чтобы избежать этого, учитывают равновесную влажность зерна, относительную влажность воздуха и руководствуются номограммами для определения целесообразности вентилирования.

Вентилирование часто целесообразно, даже когда воздух насыщен водяными парами (теплая или греющаяся зерновая масса и холодный воздух). Однако во всех случаях вентиляционную систему, всасывающее отверстие вентилятора и зерновую

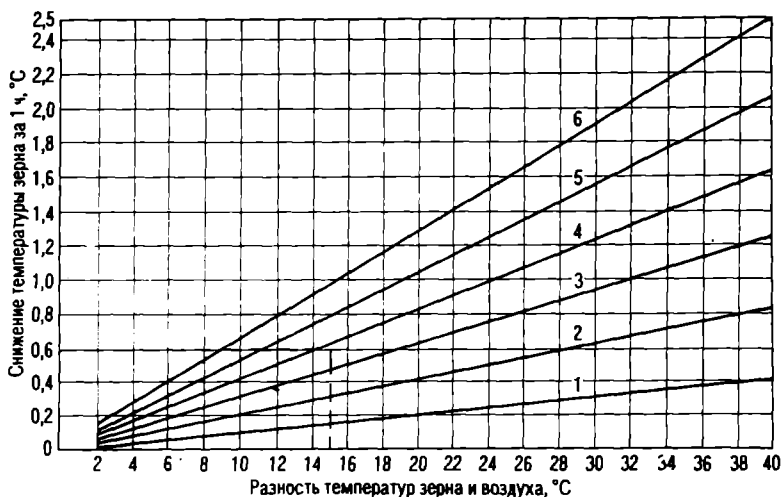


Рис. 50. Снижение температуры зерновой массы за 1 ч при активном вентилировании:

1 — $q = 25 \text{ м}^3/\text{т}$; 2 — 50; 3 — 75; 4 — 100; 5 — 125; 6 — 150.

Рис. 51. Двухкамерная установка для сушки семян активным вентилярованием:

1 — теплогенератор; 2 — патрубко-тройник с заслонками; 3 — осевой вентилятор; 4 — воздухопровод; 5 — сушильная камера.

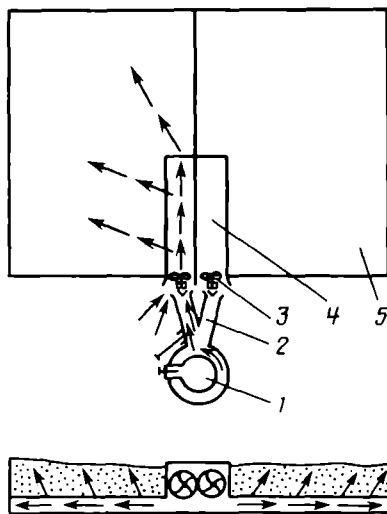
массу защищают от попадания капель воды или снега. При любом способе активного вентилирования высота насыпи зерновой массы должна быть достаточной и одинаковой.

В сельском хозяйстве многих стран, получающих при уборке урожая зерно повышенной влажности, применяют сушку активным вентилярованием подогретым воздухом.

Повышение температуры воздуха всего на 3...6 °С значительно увеличивает его влагоемкость, а следовательно, и сушильную способность. Наибольшей эффективности достигают при подогреве воздуха до температуры 30...35 °С, а иногда и до предельно допустимой температуры нагрева зерна. Технически способ осуществляют, используя описанные бункера для активного вентилирования, оснащенные подогревателями воздуха, или специально смонтированные камерные сушилки (рис. 51) под крышей с двойным полом: верхний представляет собой воздухораспределительные решетки, нижний — сплошной и плотный (лучше асфальтовый). Просветы между полами имеют различное расстояние для равномерной подачи агента сушки во всех участках. Оптимальный размер площадок 40...60 м², что позволяет одновременно загружать 20...30 т зерна слоем 0,5...0,6 м (максимум 0,7...0,8 м). Для поточной сушки (при поступлении 20...30 т за 1 сут) устраивают две двухкамерные сушилки, что позволяет одновременно вести сушку в двух камерах (по одной на каждой сушилке). При этом одна камера находится под загрузкой и одна — под разгрузкой. Оптимальный размер сушильных камер 50 м², они разделены перегородкой высотой 1 м.

Продолжительность сушки каждой партии зерна 1...3 сут. Она зависит от степени подогрева воздуха, исходной влажности зерновой массы и удельной подачи агента сушки. Небольшой слой зерна позволяет использовать вентиляторы низкого давления и обеспечить значительную удельную подачу воздуха — 1000...2000 м³/(ч·т).

Сушка активным вентилярованием создает условия для



послеуборочного дозревания семян, исключает перегрев, так как не применяют агент сушки высокой температуры. Однако при данном способе семена неравномерно обогреваются и несколько неравномерно высушиваются по слоям насыпи: нижний слой нагревается и высушивается больше. Но низкая температура исключает вредные воздействия, а перемешивание зерновой массы при ее транспортировании после сушки значительно выравнивает и влажность. Сушку заканчивают, когда влажность верхнего слоя насыпи снижается до 16...17 %. Активное вентилирование применяют и для сушки таких малосыпучих объектов, как семенники овощных культур, коробочки клещевины, метелки сорго, льняной ворох и треста, клеверная пыжина и др.

§ 3. Химическое консервирование зерна

Воздействие на зерновую массу или ее отдельные компоненты различных химических веществ, приводящее ее в состояние анабиоза или абиоза, называют химическим консервированием. В сельском хозяйстве применяют одновременно протравливание семян и консервирование кормового зерна повышенной влажности. Первым мероприятием часто одновременно достигают нескольких целей: защиты семян от развития фитопатогенной микрофлоры (различных видов головни, гельминтоспориозов, фузариозов и т. д.), от плесневения и развития субэпидермальной микрофлоры, а также от клещей и насекомых. По мере создания технической базы обработки семян данный прием включают в схему технологического процесса, например на заводах по обработке гибридных и сортовых семян кукурузы.

Существенный интерес представляет химическое консервирование влажного зерна, предназначенного на кормовые цели. Зерно, не подвергшееся сушке, можно скармливать животным во влажном и сплюсненном состоянии после химической консервации метабисульфитом ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$). Добавление 1...1,5 %-го препарата в зерновую массу ячменя и пшеницы влажностью 19...52 % защищает ее от плесневения, прорастания и самосогревания в течение 40...80 сут. Метабисульфит, введенный в зерновую массу при помощи механизмов и тщательно перемешанный в ней, постепенно разлагается, образуя достаточно безвредные для животных продукты, основной из которых — глауберова соль.

Во многих странах в качестве консерванта распространены низкомолекулярные карбоновые кислоты, особенно пропионовая (этанкарбоновая или пропановая). Эта кислота — сильный ингибитор плесневых грибов и обладает хорошим бактерицидным действием. На ее основе в Англии выпускают препарат «Пропкорн», в Германии — «Люпрозил», которые состоят почти из одной пропионовой кислоты. Выпускаемый в Канаде препарат «Кемстор» представляет собой смесь уксусной (65 %), пропионовой (32,5), масляной (2) и муравьиной (0,5 %) кислот. Доза любого препарата зависит от влажности зерна. Препарат

38. Расход консервантов в зависимости от влажности зерна и срока хранения

Консервант	Концентрация консерванта, %	Влажность зерна, %				
		20	25	30	35	40
Муравьиная кислота	86	1,05*	1,3	1,55	1,8	2,1
		1,3	1,5	1,8	2,05	2,35
Уксусная кислота	100	0,75	1	1,35	1,65	2
		1	1,25	1,6	1,9	2,3
Пропионовая кислота	100	0,55	0,75	1,15	1,45	1,8
		0,75	1	1,3	1,7	2,05
КНМК	70	1,2	1,55	1,9	2,25	2,6
		1,45	1,8	2,15	2,5	2,85

* В числителе указаны дозы при сроке хранения 6...8, в знаменателе 12 мес.

в жидком виде смешивают с зерном при помощи специальных машин производительностью 2...40 т/ч. Законсервированное таким путём влажное зерно хорошо потребляют животные без каких-либо вредных воздействий.

Специалистами ВИМ разработаны рекомендации по химическому консервированию зерна низкомолекулярными карбоновыми кислотами (табл. 38). В качестве консерванта используют три кислоты самостоятельно или их смесь — КНМК (концентрат низкомолекулярных кислот). Препаратами пропионовой кислоты посевной материал не обрабатывают. Консервант вводят методом опрыскивания, используя установку ХКЗС-10 (рис. 52). Поступающее в нее при помощи нории 1 зерно шнековым питателем 2 подается в бункер. При падении со шнека в бункер зерно смачивается кислотой, распыленной в форсунке 4 с помощью насоса 3. Датчик 5 уровня при заполнении бункера включает механизм 7 выгрузки зерна. Последнее попадает в шнек 8 и норией 6 передается в хранилище. Расход кислоты измеряется ротаметром.

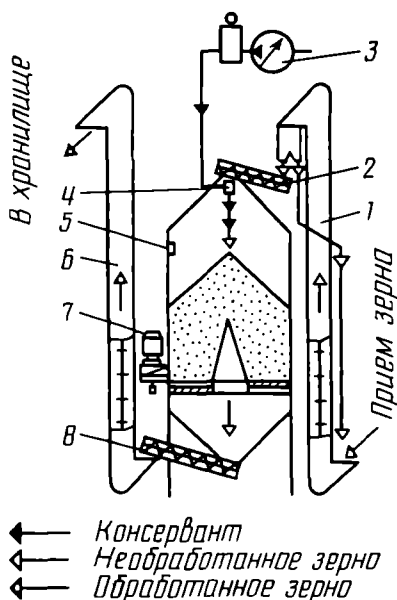


Рис. 52. Технологическая схема обработки зерна консервантами:

1, 6 — нории; 2 — шнековый питатель; 3 — насос; 4 — форсунка; 5 — датчик; 7 — механизм выгрузки; 8 — шнек.

§ 4. Защита зерна от вредителей хлебных запасов

Пути заражения. Защита зерна от уничтожения или порчи насекомыми, клещами и грызунами — важнейшее мероприятие. Существенную роль играет защита зерна и семян от птиц. Заражение зерновых масс вредителями обычно происходит в результате одной из следующих причин:

пользование неочищенными и необеззараженными токами и площадками для временного хранения зерна (в местах скопления зерна в период уборки при наличии зерновой пыли и отходов клещи и насекомые находят благоприятные условия для существования и даже благополучно зимуют в органических остатках);

применение при уборке необеззараженных транспортных средств, тары, зерноочистительных машин и другого инвентаря; размещение свежесобранной зерновой массы в неочищенных и необеззараженных хранилищах;

занесение вредителей в зерновую массу и хранилища грызунами и птицами, на покровках которых всегда находят клещей, а иногда и мелких насекомых.

Способы защиты. Мероприятия разделяют на две группы: предупредительные (профилактические) и истребительные.

Предупредительные меры. Соблюдение их в сельском хозяйстве, как правило, исключает случаи массового заражения зерна вредителями и распространения их по другим объектам. Эти меры наиболее дешевые и легко осуществимые.

Истребительные меры. Применяют как неизбежную необходимость при обнаружении зараженности. Они сложнее в техническом отношении, обычно дороже и, наконец, им предшествуют потери массы и качества зерна или семян.

В каждом хозяйстве перед уборкой урожая, его обработкой и размещением проводят необходимые профилактические мероприятия, которые иногда бывают и истребительными. К ним относят прежде всего тщательную механическую очистку всех объектов (токов, машин, складов и т. д.) с последующим уничтожением (лучше всего сжиганием) сметок и негодных отходов. Отходы, используемые в дальнейшем, обеззараживают и хранят отдельно.

Очищенные объекты подвергают профилактической дезинсекции. Например, кузова автомобилей и прицепов, деревянный инвентарь и т. д. промывают 15 %-м раствором каустической соды или кипятком. Тару кипятят или прогревают в специальной камере при температуре выше 70 °С. Склады обрабатывают средствами влажной, аэрозольной или газовой дезинсекции. Особое внимание обращают на тщательность обработки объектов, так как средства влажной дезинсекции эффективны только при не-

посредственном контакте препарата с насекомыми. Дезинсекцию пустых зернохранилищ проводят и аэрозолями, используя инсектицидные дымовые шашки. Аэрозоли готовят также с применением специальных аэрозольных генераторов. Поскольку большинство зернохранилищ сельскохозяйственного типа недостаточно герметичны, дезинсекцию их способом газации не проводят.

Особое внимание уделяют дератизации — борьбе с грызунами, и прежде всего с крысами. Устройство крысонепроницаемых хранилищ, ликвидация источников их питья (канав с водой, луж и т. д.) и мусора — важнейшие профилактические мероприятия. Систематически используют и истребительные меры: механический отлов (установка капканов, ловушек) и применение ядов (фосфида цинка, ратиндана, зоокумарина и др.), вводимых в пищевые приманки.

Эффективное обеззараживание зерна и семян в сельском хозяйстве часто затруднено в связи с тем, что самое радикальное средство их дезинсекции (газация) возможно далеко не всегда. Кроме того, некоторые фумиганты неприемлемы для обработки посевного материала. Другие средства обеззараживания (удаление вредителей при очистке и сушке) недостаточно эффективны. При многократной очистке травмируются семена.

§ 5. Размещение зерна в хранилищах и наблюдение за ним

Зерно размещают с учетом целевого назначения (продовольственное, кормовое, посевной материал), влажности, наличия примесей, признаков зараженности вредителями хлебных запасов и болезнями и по особо учитываемым признакам (например, повреждение клопами-черепашками, присутствие карантинных сорняков и т. д.). Если семена хранят в таре, то мешки укладывают в штабеля, исключая возможность обвалов: «тройником» и «пятериком» высотой пять—восемь рядов. В первом случае к двум параллельно положенным мешкам перпендикулярно кладут третий. На полу располагают сколько нужно тройников, в следующем ряду их размещают в обратном порядке; в результате получается хорошая «связка мешков». Вторым способом укладывают реже и обычно большие партии при недостатках площади. Для малых партий семян применяют сквозную укладку (рис. 53). Все мешки при формировании штабеля укладывают внутрь зашитой (или связанной) стороной.

Особенно тщательно размещают семенные фонды: не только по сортам, но и обязательно в пределах сорта по репродукциям, категориям сортовой чистоты согласно актам апробации и классам, предусмотренным стандартами. Смешивание партий недо-

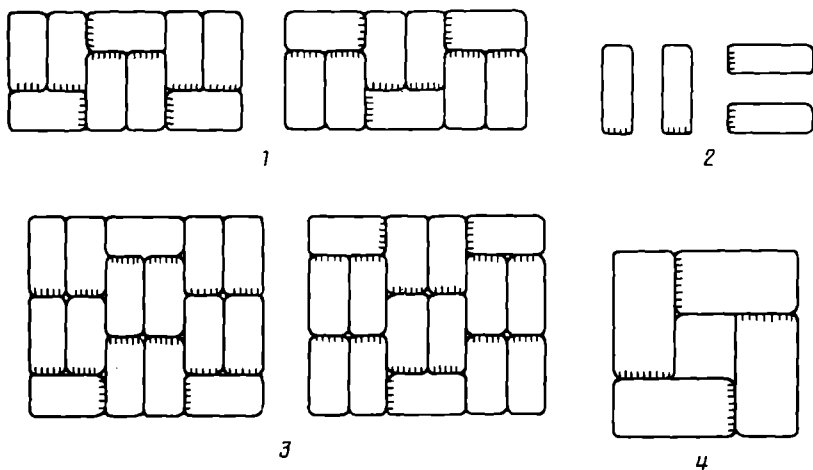


Рис. 53. Схема укладки мешков с семенами в штабеля:

1 — тройником (первый и второй ряды); 2 — сквозная; 3 — пятериком (первый и второй ряды); 4 — колодцем.

пустимо. При засыпке в закрое насыпь должна быть ниже стен на 15...20 см.

Правильному размещению семенного, продовольственного и кормового зерна способствует заблаговременно составленный план. Хорошо продуманный план позволяет наиболее рационально использовать вместимость хранилищ, исключить размещение зерна кучами, при котором площадь склада и его объем используют недостаточно. Лучшие склады выделяют для хранения семенных фондов.

Данные примерной высоты насыпи семян и число рядов мешков в штабеле с учетом их влажности приведены в таблице 39. Однако высота насыпи семян влажностью ниже критической и особенно охлажденных может быть и значительно больше, если позволяет техническое состояние хранилища и не исключена возможность наблюдения за семенами. Зерно для продовольственных и кормовых целей хранят при большей высоте насыпи с учетом его влажности.

Необходимость систематического наблюдения за зерновыми массами вытекает из их свойств и происходящих процессов. Хорошо организованное наблюдение и правильный анализ полученных данных позволяют своевременно предупредить нежелательные явления и с минимальными затратами довести зерно до состояния консервации или реализовать его без потерь.

Каждую партию зерна контролируют простыми, но достаточно надежными способами. Определяя температуру и влажность

39. Высота насыпи семян и укладки мешков в складах

Культура	Влажность семян, % (не выше)	Время года			
		холодное		теплое	
		Высота насыпи, м	Число рядов мешков в штабеле	Высота насыпи, м	Число рядов мешков в штабеле
Пшеница, ячмень, овес, рожь, гречиха	14	3	8	2,5	8
Горох, кормовые бобы, фасоль, чечевица, нут, люпин, вика	14	2,5	8	2,5	6
Просо, рис	14	2	6	1,5	4
Арахис, рапс, соя	14	1	5	1	4
Конопля	13	1	7	1	5
Лен-долгунец	13	2	8	1,5	6
Подсолнечник (высоко-масличный)	7	1	5	1	4
Клевер, люцерна, тимофеевка, житняк, кукуруза (семена с заводов)	14	—	8	—	6

зерновой массы, зараженность вредителями, показатели свежести (цвет и запах), получают достаточное представление о степени консервации и качестве. В партиях семенного зерна проверяют, кроме того, всхожесть, энергию прорастания и жизнеспособность.

Важнейший показатель, характеризующий состояние зерновой массы при хранении — температура. Низкая температура на всех участках насыпи (8...10 °С) свидетельствует о благополучном хранении. Влияние окружающей среды (атмосферного воздуха, стен хранилищ и т. д.) и физиологические процессы в зерновой массе могут изменять температуру в некоторых участках насыпи, поэтому ее определяют в различных слоях зерновой массы. Повышение температуры зерна, не соответствующее изменению температуры воздуха, сигнализирует о начале самосогревания.

Для определения температуры зерновой массы, а также температуры воздуха в хранилищах и вне их используют спиртовые или ртутные термометры. Последние помещают в металлическую оправу, навинчивающуюся на деревянную или металлическую штангу, состоящую из двух-трех свинчивающихся колен, что позволяет вводить термометр на всю глубину насыпи. При хранении семенных фондов необходимо иметь по одной термоштанге на каждый заком. Термоштанга постоянно находится в насыпи, в ее верхнем (20...30 см от поверхности), среднем или нижнем

слое (20...30 см от пола). Периодически ее перемещают в пределах насыпи.

Температуру зерновой массы измеряют и электрометрическими способами с применением термометров сопротивления, за которыми следят с центрального пульта наблюдения. Их используют главным образом в силосах элеваторов.

Контроль за состоянием зараженности зерновых масс дает возможность своевременно локализовать развитие клещей и насекомых или полностью их уничтожить. Зараженность зерновой массы в складе проверяют отдельным исследованием проб по слоям насыпи (в верхнем, среднем и нижнем), так как вредители могут мигрировать в различные участки. Опытный агроном по признакам свежести (изменениям цвета и запаха зерна) и даже по запаху воздуха в хранилище получает представление о благополучности хранения. Если существует возможность контролировать и влажность зерна, то данный показатель проверяют по слоям насыпи.

Периодичность наблюдения зависит от состояния насыпи. В свежесобранном семенном материале с повышенной влажностью температуру проверяют ежедневно, в сухом — два раза в декаду. В партиях охлажденного зерна ее определяют раз в декаду или раз в 15 дней. В зависимости от температурного фактора установлена и периодичность проверки на зараженность вредителями хлебных запасов. При температуре зерновой массы ниже 0 °С достаточно проводить одно наблюдение в месяц, выше 10 °С — раз в десять дней.

Всхожесть семян определяют не реже одного раза в 4 мес и не позднее чем за 15...20 дней до сева. Влажность семян в таких партиях проверяют один-два раза в месяц. Результаты наблюдения заносят в журнал по установленной форме. Кроме того, ведут шнуровую книгу семян.

§ 6. Учет хранящихся фондов зерна

Сокращению потерь зерна во время хранения способствует и хорошо поставленный учет. Изменение массы хранимых партий в связи с их физическими (сорбционными) и физиологическими свойствами, а также технологические приемы, применяемые для повышения качества зерна и семян в период хранения, вызывают необходимость учета по количественно-качественным показателям. Например, влажность партий зерна и семян, оприходованных при хранении, может быть одной, а при отпуске — больше или меньше, что отражается и на общей массе партий. Изменяется масса партий и в результате очистки. Поэтому вопрос о недостатке при изменениях массы рассматривают с учетом изменений качества.

После поправок массы, связанных с изменением качества, образующиеся недостатки списывают в пределах норм естественной убыли, предусматривающих потери в результате механического распыла и дыхания зерна. Техника расчета и нормы естественной убыли приведены в практических руководствах.

Контрольные вопросы и задания. 1. В чем значение очистки зерновых масс от примесей? 2. Какова техника очистки зерновых масс от примесей на зерноочистительных комплексах? Дайте характеристику этих комплексов. 3. В чем сущность активного вентилирования зерновых масс? Как его используют в различных целях? 4. Перечислите факторы, влияющие на результат активного вентилирования. 5. Каковы рекомендуемые величины удельной подачи воздуха в зерновую массу для различных целей? 6. Назовите типы установок для активного вентилирования, изложите правила их эксплуатации. 7. Как применяют химические консерванты для временного хранения зерна? 8. Сообщите способы и технику защиты зерна и хранилищ от распространения и развития вредителей хлебных запасов. 9. Как размещают зерновые и семенные фонды в хранилищах? 10. Какие партии семян хранят в таре? Изложите правила укладки мешков в штабеля. 11. По каким показателям ведут наблюдения за зерновыми массами при хранении? Назовите периодичность и технику наблюдений.

Раздел IV

ОСНОВЫ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА И МАСЛОСЕМЯН

Глава 12

ПЕРЕРАБОТКА ЗЕРНА В МУКУ

§ 1. Выхода и сорта муки

Мука — пищевой продукт, получаемый в результате измельчения зерна различных культур. Во всех странах, где печеный хлеб служит одним из основных продуктов питания, огромное количество зерна пшеницы и в меньшей степени ржи перерабатывают в муку — основное сырье для хлебопечения, производства макаронных и кондитерских мучнистых изделий. Для нужд кулинарии, пищевой, текстильной и других отраслей промышленности в небольших количествах вырабатывают муку из ячменя, кукурузы, овса, гречихи, гороха, сои и сорго. Из крупы риса, овсяной и гречневой получают специальную муку для детского питания.

Производство муки — одно из древнейших на земном шаре. Первоначальными орудиями для получения муки служили камни (зернотерки) или ступки из камня, в которых зерно измельчали ударными усилиями. Позднее, используя силу животных, ветра или воды, зерно растирали между специально обработанными камнями — жерновами с насечками на рабочей части. Зерно, попадая в центральную часть жерновов, из которых один вращающийся, измельчается. Первобытные способы получения муки с применением зернотерок сохранились у населения многих стран Африки, Азии и Латинской Америки.

Развитие науки и техники привело к созданию высокопроизводительных измельчающих машин (вальцовых станков), сортирующих и просеивающих машин (рассеивов), использованию транспортирующих устройств механического и пневматического действия и др. С ростом населения городов производство муки носит промышленный характер. Наряду с мелкими предприятиями, оснащенными жерновами и расположенными главным образом в сельской местности, появляются крупные, где используют паросиловое хозяйство, водяные турбины и электроэнергию.

Орудия, а позднее и комплекс машин, которыми измельчают зерно в муку, называют мельницами. В нашей стране государственные мельницы называют мукомольными заводами. Производительность большинства из них составляет 250...500 т муки в сутки. С развитием переработки сырья в местах производства

вновь получают распространение мельницы сельскохозяйственно-го типа, использующие в качестве источника энергии силу ветра и воды.

Для измельчения зерна в муку требуются значительные усилия, однако данный процесс довольно просто выполняют применением тех или иных машин ударного или истирающего действия. При этом получается темная мука, хлеб из которой также темноокрашенный, поскольку при таком способе измельчения все части зерна, в том числе и темноокрашенные оболочки, попадают в муку. Если ее просеять через довольно густое (частое) шелковое или капроновое сито с мелкими ячейками, то легко убедиться, что она состоит из различных по размерам частиц. Крупные частицы, оставшиеся на сите, как правило, содержат и оболочки. Мука, прошедшая через сито, более светлая, однако и в ней присутствуют оболочки. Поэтому мякиш хлеба из такой муки серый.

Для получения белого хлеба (со светлым мякишем) необходимо вырабатывать муку только из эндосперма, то есть уметь в процессе измельчения возможно полнее отделять оболочки. Этого достигают, используя неодинаковую прочность различных частей зерновки — хрупкость эндосперма и большую прочность оболочек и зародыша. Таким образом, для возможно полного отделения оболочек от эндосперма быстрое интенсивное измельчение зерна неприемлемо. Только при постепенных и многократных механических воздействиях сохраняют частицы оболочек более крупными и выделяют в виде мелких частиц содержимое эндосперма. После каждого измельчения полученный продукт сортируют, выделяя из него частицы, достигшие величины, свойственной муке.

Неоднородная прочность структуры зерновки даже в пределах эндосперма позволяет при правильном измельчении и сортировании частиц получать муку из разных частей эндосперма (внутренней и периферийной), отличающуюся по химическому составу, свойствам и питательности вследствие неравномерного распределения веществ в зерне. На основании этого на мукомольных заводах применяют несколько видов помола и получают различные выходы и сорта муки.

Выходом муки называют количество ее, полученное из зерна в результате помола. Выход выражают в процентах к массе переработанного зерна. Он может быть 100 %-м (практически 99,5 %-м), когда все зерно превращено в муку. Однако при таком выходе мука может иметь пороки (хруст, измененный вкус, худший цвет). Муку такого выхода не вырабатывают. В нашей стране существуют следующие выходы муки. Пшеничная: 96 % — обойная (односортная); 85 — второго сорта (односортная); 78 — двух- и трехсортная; 75 — трех- и односортная; 72 % — первого сорта (односортная). Ржаная: 95 % — обойная; 87 — обдирная; 63 % — сеяная (все односортные). Одно-

сортную муку получают из смеси зерна пшеницы и ржи: пшенично-ржаную с выходом 96 % и ржано-пшеничную с выходом 95 %. Кроме того, муку с выходом 70 % вырабатывают на опытных лабораторных мельницах для мукомольно-хлебопекарной оценки сортов пшеницы.

Неоднородная прочность структуры частей зерновки позволяет в зависимости от схемы помола получать муку в пределах общего установленного выхода (75...78 %) в виде одного или нескольких сортов. Удлиняя схему технологического процесса, то есть последовательного измельчения зерна и сортирования образующихся продуктов с использованием большего числа машин, можно при общем выходе муки 78 % выпустить два или три сорта ее. При трехсортном помолу получают крупчатку или муку высшего сорта, остальное — мука первого и второго сорта. Процент выхода каждого сорта зависит от качества зерна и схемы технологического процесса. При помолу зерна твердой пшеницы для макаронной промышленности в пределах установленного выхода получают особую крупитчатую муку высшего, первого и второго сортов.

Указанные выхода и сорта муки вырабатывают и в других странах. Общий выход муки ниже 70 % получают редко, так как в нормально выполненном зерне пшеницы содержание эндосперма достигает 81...85 %. Кроме муки, в процессе помола образуются побочные продукты: отходы, содержащие то или иное количество зерна и семян сорняков, мучная пыль, отруби и т. д.

§ 2. Виды помолов

Мука различных выходов и сортов отличается по питательности и усвояемости. Мука высшего и первого сортов содержит меньше белков, чем обойная и второго сорта (табл. 40). Однако усвояе-

40. Химический состав (%) пшеничной и ржаной муки*

Мука	Белки	Жиры	Углеводы (общие)	Клетчатка	Зольность	Энергетическая ценность, кДж
Пшеничная:						
высший сорт	10,3	0,9	74,2	0,1	0,5	1373
первый »	10,6	1,3	73,2	0,2	0,7	1382
второй »	11,7	1,8	70,8	0,6	1,1	1378
обойная	12,5	1,9	68,2	1,9	1,5	1357
Ржаная:						
сеяная	6,9	1,1	76,9	0,5	0,6	1369
обдирная	8,9	1,7	73,0	1,2	1,2	1365
обойная	10,7	1,6	70,3	1,8	1,6	1348

* Содержание воды во всех сортах муки 14 %.

мость ее значительно лучше. Зато мука обойная и второго сорта наряду с бóльшим содержанием белков и меньшим — углеводов содержит больше витаминов группы В, минеральных веществ и каротина (провитамина А), клетчатки. Представление об усвояемости пшеничной муки в зависимости от ее выхода дает график (рис. 54).

В рационе питания человека должен присутствовать как черный, так и белый хлеб из ржаной и пшеничной муки. Для получения муки, соответствующей требованиям государственного нормирования и в количествах, отвечающих выходам, применяют различные виды помола с использованием разнообразных машин. Поэтому помолом называют совокупность процессов и операций, проводимых с зерном и образующимися при его измельчении промежуточными продуктами. Схемы помолов, характеризующие взаимосвязь машин и движение продуктов, принято изображать графически. Степень сложности схем зависит от вида помола и производительности мукомольного завода. Чем проще ведут измельчение зерна, тем проще и схема помола.

Все помолы подразделяют на разовые и повторительные (рис. 55). Разовые названы так потому, что зерно превращается в муку после однократного его пропуска через измельчающую машину. К машинам такого типа относят жерновые поставы и дробилки (например, молотковые). При разовых помолах с обязательной предварительной очисткой зерна выра-

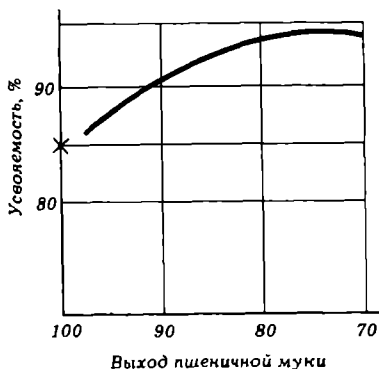


Рис. 54. Усвояемость сухих веществ пшеничной муки разных выходов (по данным В. Л. Кретовича).

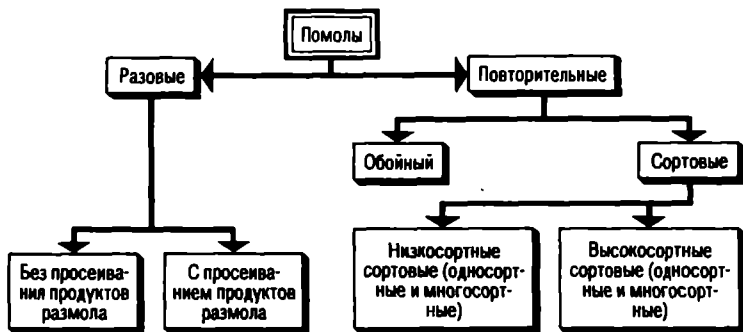


Рис. 55. Классификация помолов.

батывают обойную муку установленного выхода. Более светлую муку (серую сеяную) получают отсеиванием на густых (частых) ситах. При повторительных помолах все количество муки производят за несколько пропусков через измельчающие машины. Последовательные механические воздействия на зерно обеспечивают постепенное измельчение, при котором более хрупкий, чем оболочка, эндосперм скорее превращается в муку.

§ 3. Технологический процесс на мукомольных заводах

Мукомольные заводы оборудованы складами и элеваторами для зерна, складами для хранения готовой продукции. Процесс производства на них полностью механизирован. Для очистки, измельчения зерна, сортирования и перемещения продукции мукомольные заводы расходуют много энергии и поэтому имеют свое энергетическое хозяйство (электросиловое, паросиловое или дизельное). В технологическом процессе широко используют принцип самотека. Зерно или промежуточные продукты, поднятые на верхний этаж механическим (нориями) или пневматическим транспортом, при помощи распределительных устройств попадают в машины и затем по гравитационным (самотечным) трубопроводам направляются к машинам, расположенным этажом ниже. Здания мукомольных заводов пяти—семиэтажные с поэтажным размещением машин. У сельских предприятий этажность обычно меньше.

Для получения муки стандартного качества зерно перед помолом подвергают очистке и кондиционированию. Подготовительное, или зерноочистительное, отделение современных предприятий занимает примерно $\frac{1}{3}$ всей производственной площади. Подготавливают зерно в два этапа. Первый этап — очистка зерна от сорной примеси в сепараторах, триерах, дуаспираторах; извлечение минеральной примеси в камнеотделительных машинах; мойка зерна в моечных машинах и отволаживание (отлежка) его в силосах (8...20 ч, в зависимости от исходной влажности и стекловидности). Второй этап — дополнительная очистка зерна в сепараторах, дуаспираторах, щеточных машинах, увлажнение его в увлажняющих машинах и отволаживание (1...2 ч). При увлажнении и отволаживании улучшаются физические и биохимические свойства зерна; оболочки становятся менее хрупкими, более эластичными и легче отделяются от эндосперма.

Сверху вниз с машины на машину зерно передают по принципу самотека, а вверх поднимают нориями. По пути для отделения металлических примесей предусмотрена магнитная защита (магнитные аппараты). Из зерноочистительного отделения зерно

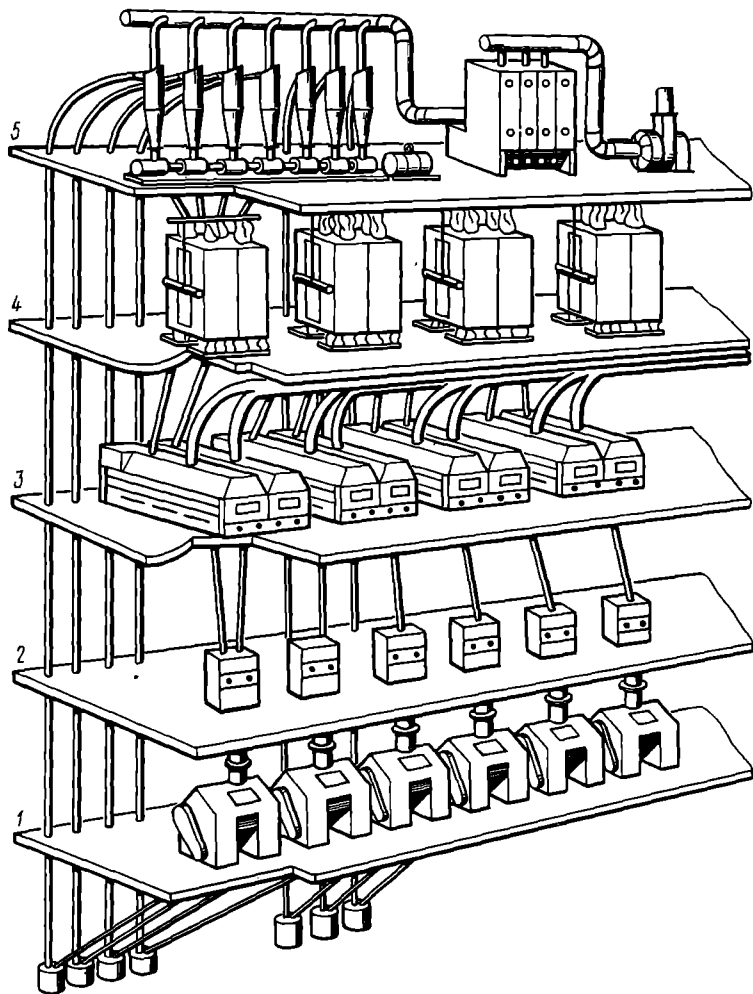


Рис. 56. Размещение машин в размольном отделении мукомольного завода:

1-й этаж — вальцовые станки; 2 — магнитные колонки; 3 — ситовые машины; 4 — рассевы; 5-й этаж — пневмотранспортное оборудование, разгрузители, фильтры, вентиляторы.

поступает в размольное. На рисунке 56 показано примерное размещение машин в размольном отделении мукомольного завода. На первом этаже размещены вальцовые станки, рабочими органами которых служит пара вальцов, вращающихся с разными скоростями, соотношение которых 1:1,5 и до 1:2,5 (рис. 57). Ско-

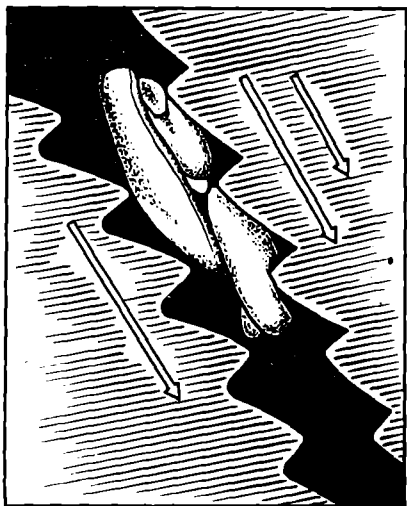


Рис. 57. Схема измельчения зерна между двумя вальцами.

рость верхнего (быстровращающегося вальца) 6 м/с. Зерно попадает на рабочие вальцы через питающее устройство, состоящее из двух вращающихся валиков и заслонки, равномерно распределяющей сыпь продукта по длине вальцов. В результате различных скоростей вращения рабочих вальцов и их рифленной поверхности зерно, проходящее между ними, разворачивается и раскалывается. Процесс, при котором зерно постепенно разворачивается и из

него выкрошиваются крупки, состоящие из эндосперма со сросшимися оболочками, а эндосперм частично измельчается до состояния муки, называют *д р а н ы м*. В этом процессе участвуют четыре—шесть систем вальцовых станков (I драная, II драная и т. д.). Чем больше номер системы, тем мельче нарезка рифлей у вальцов и тем тоньше щель (расстояние между вальцами). У образующихся после каждой драной системы продуктов разные размеры и неодинаковое содержание эндосперма. Получают следующие продукты: муку, крупки (мелкую, среднюю и крупную), *д у н с т ы* (среднее между мукой и мелкой крупкой). Для разделения по крупноте их направляют в просеивающие машины (рассев). Они расположены на четвертом этаже, и продукт после вальцовых станков попадает туда с помощью пневматического транспорта.

Каждый рассев представляет собой шкаф, разделенный на четыре или шесть частей (секций). Секция состоит из набора ситовых рам и сборных днищ и оборудована каналами для выпуска продуктов. Верхний и второй сходы с каждого отсева направляют на вальцовые станки драного процесса последовательно: с первого на второй, со второго на третий и т. д.

Крупки и дунсты поступают в ситовые машины, сортирующие их по качеству. Они расположены на третьем этаже размольного отделения. Ситовые машины сортируют продукты с помощью наклонно установленных ситовых рам с возвратно-поступательным движением и потока воздуха, проходящего через сита и продукты. Наиболее добротные продукты, содержащие в основном эндосперм, направляют в вальцовые станки, где они

домалываются в муку. Крупки и дунст размалывают при последовательном измельчении с отсеиванием готовой муки в размольных вальцовых станках. Этот процесс называют размольным. Крупки с частицами оболочки направляют в шлифовочные вальцовые станки, оборудованные вальцами без рифлей, затем снова для сортирования и отсева в ситовые машины. Процесс обработки крупок, содержащих оболочки, называют шлифовочным.

Товарный продукт, именуемый манной крупой, представляет собой одну из средних крупок. После ситовых машин его не домалывают, а направляют в склад готовой продукции. Отбирают манной крупы 2...3 %.

Вся мука, полученная с рабочих отсеивов, поступает на контрольные (для предотвращения попадания посторонних предметов, оболочек зерна и др.). После контрольных отсеивов муку передают в склад бестарного хранения или упаковывают в мешки. Для повышения пищевой ценности в муку высшего и первого сортов добавляют витамины В₁, В₂ и РР.

Технологический процесс на мукомольном заводе сопровождается выделением пыли. Для улавливания ее применяют систему аспирации. При определенной концентрации в воздухе зерновая и мучная пыль взрывоопасны.

§ 4. Оценка качества муки

Классификация показателей качества. Качество муки всех выходов и сортов нормируется стандартами и характеризуется довольно большим числом показателей, которые разделяют на две группы:

показатели, характеристика и числовое выражение которых не зависят от выхода и сорта муки, то есть по ним к любой муке предъявляют единые требования (запах, вкус, хруст, влажность, зараженность вредителями хлебных запасов, наличие вредных и металлических примесей);

показатели, нормируемые неодинаково для муки разных выходов и сортов (цвет, зольность, крупнота помола, количество и качество сырой клейковины, последнее только для муки из пшеницы).

Показатели качества первой группы. К данным показателям качества муки предъявляют следующие требования.

Свежесть. Мука должна обладать слабым специфическим мучным запахом. Другие запахи (сорбированные или разложения) свидетельствуют о той или иной степени дефектности продукта. Свежая мука обладает пресным вкусом, при продолжительном разжевывании он становится сладковатым в результате воздействия амилазы слюны на крахмал. Горький, кислый и слад-

кий вкус характерен для муки, полученной из дефектного зерна или испортившейся при хранении.

Хруст. Недопустимый дефект. Он появляется вследствие выработки муки из зерна, недостаточно очищенного от минеральных примесей, или помола на неправильно установленных или плохих вальцах. Иногда хруст появляется после перевозки мешков с мукой в неочищенных кузовах автомобилей или размещения продукта в плохо очищенных складах. Хруст ощущается при разжевывании муки. Дефект передается хлебу.

Влажность. Не должна превышать 15 %. При большей влажности мука плохо хранится, легко прокисает, плесневеет и самсогревается. Очень низкая влажность также нежелательна. Мука влажностью 9...13 % при хранении очень быстро прогоркает.

Зараженность вредителями хлебных запасов. Мука — полуфабрикат, направляемый непосредственно на приготовление хлеба. Поэтому при обнаружении любого из вредителей в какой-либо стадии развития продукт считают нестандартным.

Вредные примеси. Допустимы в строго определенных пределах — не более 0,05 %, в том числе горчача или вязеля (отдельно или вместе) 0,04 %. Примесь семян триходесмы седей и гелиотропа опушенноплодного недопустима. Каждый вид вредных примесей в муке можно выявить. Однако в связи со сложностью некоторых анализов правилами ведения технологического процесса предусмотрена проверка содержания вредных примесей после очистки зерна перед размолотом. Если вредных примесей больше допустимых норм, то такое зерно в размол не допускают.

Металлические примеси. Обнаруживаются в муке при плохой очистке зерна или износе рабочих органов машин (рифлей у вальцов, металлических сит и т. д.). Все промежуточные продукты размола и готовую муку пропускают через магнитные установки. На 1 кг муки допускают до 3 мг пылевидной металлопримеси с размером частиц до 0,3 мм и массой каждой частицы не более 0,4 мг.

Проросшие зерна. Нормируют при направлении зерна в размол (не должно превышать 3 %). Содержание зерна ячменя и ржи также ограничивают.

Показатели качества второй группы. Характеризуются следующими данными.

Цвет. По мере увеличения выхода муки изменяется от белого или кремового (крупчатка или высший сорт) до белого с сероватым оттенком (второй сорт) и заметными частицами оболочек зерна (обойная).

Зольность. У муки высшего сорта 0,55 %; крупчатки 0,60; первого сорта до 0,75; второго сорта 1,25; у обойной не более 2 %.

Содержание сырой клейковины. У крупчатки не ниже второй группы качества не менее 30 %; высшего сорта 28; первого 30; второго 25; обойной 20 %. Временно разрешен выпуск муки с меньшим содержанием клейковины.

Способы определения качества. Изложены в стандарте. Запах, вкус и хруст муки устанавливают сенсорно. Цвет муки определяют сенсорно или на цветомерах, влажность — высушиванием в сушильном шкафу, металлические примеси — специальными магнитами, крупноту помола — на наборе сит, зольность — сжиганием навески муки в муфельных печах и т. д.

Нормирование показателей качества муки обязывает специалистов правильно подбирать партии зерна. В размола отправляют только такие партии, из которых будет выработана мука, соответствующая требованиям государственного нормирования. Особое внимание обращают на содержание в зерне вредных и минеральных примесей. Подбирают партии и по хлебопекарным признакам (количеству и качеству сырой клейковины). В связи с этим необходимо знать технические возможности мукомольного завода (наличие зерноочистительного отделения и степень его оснащённости машинами, возможные выходы и сорта муки, наличие измельчающего оборудования и т. д.). Мешки предварительно обеззараживают от вредителей. Чистыми должны быть и транспортные средства.

§ 5. Хранение муки

Мука менее устойчивый продукт при хранении, чем зерно. Под влиянием температуры и влажности воздуха, а также кислорода в ней происходят разнообразные процессы, в том числе и нежелательные. К положительным явлениям относят побеление муки в первый период хранения и часто улучшение хлебопекарных свойств. Последнее особенно относится к пшеничной муке. Побеление муки происходит вследствие окисления каротина и превращения его в бесцветный дриват.

Улучшение хлебопекарных свойств муки при хранении называют созревaniem. Данный процесс заключается в улучшении коллоидных свойств клейковины в результате гидролиза жира и специфического действия на клейковину свободных непредельных жирных кислот (олеиновой и линолевой). Существенную роль играют и окислительные процессы, влияющие на состояние и свойства белково-протеиназного комплекса муки. Замечено снижение содержания сульфгидрильных групп, активности протеаз и увеличение резистентности белков. Созревание интенсивно происходит при температуре 20...30 °С и почти не проявляется при температуре, близкой к 0 °С. Длительное хра-

нение при температуре 20...30 °С способствует перезреванию муки, в результате ухудшаются свойства клейковины и уменьшается объемный выход хлеба.

Отрицательные процессы, происходящие в муке, более многообразны. Среди них наблюдаются и чисто химические — разложение и окисление жира. Мука приобретает горький вкус и запах, передающиеся и хлебу. Прогоркание идет очень быстро при повышенной температуре (25...35 °С и более). Мука в обычных складах во второй половине лета особенно подвержена этой порче.

При неравномерном обогреве или охлаждении мешков муки (укладка более теплых мешков на холодный пол или наоборот) легко возникает термовлагопроводность, в результате появляются активные микробиологические очаги. Деятельность различных групп микроорганизмов вызывает прокисание, плесневение и даже самосогревание муки. Она становится непригодной для хлебопечения и употребления. Не менее опасно и заражение муки вредителями хлебных запасов.

Для сохранения муки, которую иногда завозят в запас на несколько месяцев, выделяют сухой, хорошо продезинфицированный склад, без каких-либо запахов. Муку укладывают в штабеля высотой до шести—восьми мешков («тройником» или «пятериком»). Нижний ряд располагают на деревянном подтоварнике. Чем ниже температура в складе, тем дольше мука сохраняет свои качества.

При длительном хранении штабель через несколько месяцев переукладывают: верхние мешки перемещают вниз, нижние — вверх. Это предупреждает слеживание продукта. За хранящимися партиями ведут наблюдение, и прежде всего проверяют, не произошло ли заражение муки вредителями, которых ищут на поверхности мешков. Периодическое обметание их жесткой щеткой и проверка сметок (лучше через лупу) дают представление о наличии вредителей.

Наличие в муке личинок, куколок и взрослых особей жуков и бабочек вызывает необходимость ее просеивания. Для уничтожения вредителей применяют и газовую дезинсекцию.

Контрольные вопросы и задания. 1. На чем основана возможность получения из зерна пшеницы и ржи нескольких сортов муки? 2. Что такое выход муки и какие выходы вам известны? 3. Перечислите виды помолов и дайте их характеристику. 4. Чем отличается по химическому составу мука различных выходов и сортов? 5. Какие требования предъявляют к качеству муки? 6. Назовите изменения, происходящие в муке при хранении. 7. Как организуют хранение муки?

§ 1. Виды круп

Крупы — второй по значимости продукт питания (после муки). Их вырабатывают из зерна злаковых культур, а также гречихи и гороха. Физиологические нормы питания человека, разработанные в нашей стране, предусматривают введение в рацион различных круп примерно 24...35 г в день. Предпочтительнее крупы из гречихи, риса, овса и бобовых, поскольку их белки обладают повышенной биологической ценностью. Все крупы богаты крахмалом. Это энергетически ценные продукты (табл. 41). Особенно необходимы крупы в рационе питания детей и при различных заболеваниях.

Зерно в крупы перерабатывают на государственных крупяных заводах или в крупяных цехах при других предприятиях (мукомольных, пищевых комбинатах и т. д.), а также в хозяйствах. Предприятия малой мощности (производительностью несколько тонн в сутки) называют крупорешками, так как в основу приготовления крупы положен процесс обрушивания зерна, то есть отделения от него цветковых пленок.

В нашей стране вырабатывают следующие виды и сорта круп: из гречихи — ядрицу, первого и второго сортов, продел; из риса — рис шлифованный и полированный (высший, первый и второй сорта), дробленый (как побочный продукт в результате раскалывания зерен при обработке); из гороха — горох лущеный,

41. Химический состав (%) круп

Крупа	Вода	Белки	Жиры	Углеводы (общие)	Клетчатка	Зольность	Энергетическая ценность, кДж
Манная (из пшеницы)	14	11,3	0,7	73,3	0,2	0,5	1369
Гречневая:							
ядрица	14	12,6	2,6	68,0	1,1	1,7	1382
продел	14	9,5	1,9	72,0	1,1	1,3	1369
Рисовая	14	7,0	0,6	77,3	1,1	1,3	1357
Пшено	14	12,0	2,9	69,3	0,7	0,1	1403
Овсяная	12	11,9	5,8	65,4	2,8	2,1	1449
«Геркулес» (овсяные хлопья)	12	13,1	6,2	65,7	1,3	1,7	1491
Перловая	14	9,2	1,1	73,7	1,0	0,9	1361
Ячневая	14	10,4	1,3	71,7	1,4	1,2	1352
«Полтавская» (пшеничная)	14	12,7	1,1	70,6	0,7	0,9	1365
«Артек» (пшеничная)	14	12,5	0,7	71,8	0,3	0,7	1369
Кукурузная	14	8,3	1,2	75,0	0,8	0,7	1365
Горох (лущеный)	14	23	1,6	57,7	1,1	2,6	1357

полированный (целый и колотый); из проса — пшено шлифованное (высший, первый и второй сорта); из овса — крупы недробленую, плющеную (высший и первый сорта), хлопья и толокно; из ячменя — крупу перловую (шлифованную) пяти номеров и ячневую трех номеров (дробленую); из твердой пшеницы — крупу «Полтавская» и «Артек»; из кукурузы — крупу шлифованную пяти номеров, крупу для хлопьев (крупную) и кукурузных палочек (мелкую). Кроме того, при помолах пшеницы вырабатывают манную крупу: из мягкой (марка М), смеси мягкой — 80 % и твердой — 20 % (МТ), из одной твердой (марка Т).

Качество крупы зависит не только от химического состава и физических свойств зерна. Существенное значение имеют степень очистки от примесей и способы обработки очищенного зерна. Крупа — готовый продукт, который подвергают только кулинарной обработке, и поэтому присутствие в ней каких-либо примесей резко отражается на качестве пищи. Не меньшее влияние на пищевую ценность и внешний вид оказывает и организация технологического процесса.

§ 2. Способы выработки круп и схемы технологического процесса

До последнего времени выработку круп основывали только на механической технологии, которую в общем виде можно представить следующей схемой: очистка зерна от примесей — сортирование очищенного зерна по крупности — шелушение — отделение ядра от пленок — обработка ядра в различных вариантах в зависимости от рода зерна и сорта получаемой крупы (шлифование, полирование, дробление или плющение) — сортирование готовой продукции. Схему используют и на современных крупяных заводах, часто дополняя ее другими приемами. На крупорушках рассмотренную схему применяют в сокращенном варианте.

Для очистки зерна от различных примесей в схему технологического процесса включают аспираторы, триеры, камнеотделительные машины, шасталки (остеломатели), обочные машины, магнитные установки и др. Существенное значение имеет сортирование зерна после очистки перед шелушением, так как выравненное зерно лучше и легче подвергается шелушению.

Для шелушения зерна используют различные машины: обочные, где действует принцип многократного удара — вращающимися бичами зерно с силой отбрасывается на рабочую поверхность абразивного цилиндра; шелушительные постава или вальцедековые станки, работающие по принципу сжатия и трения (в машинах этого типа зерно между двумя рабочими поверхностями — неподвижной и подвижной — сначала сжимается, затем в резуль-

тате сдвига скалываются цветковые пленки); шелушители с резиновыми вальцами, на которых происходит заметная деформация сдвига; голлендры, вертикальные шелушители и т. д., где использован принцип трения — на зерно многократно воздействуют вращающиеся абразивные камни, диски или сетчатые цилиндры (при этом происходит и трение зерна о зерно).

Применение тех или иных машин зависит не только от технических возможностей предприятия, но и от физических свойств и строения зерна. Обочные машины, основанные на действии удара, пригодны только для шелушения ячменя и овса. Гречиха и просо хорошо шелушатся в вальцедековых станках, рис-зерно — в шелушительных поставах и шелушителях с резиновыми вальцами. Машины должны быть хорошо отрегулированы для переработки каждой партии зерна. При любом способе шелушения некоторая часть зерен выходит из машин недостаточно шелушенной. Поэтому после шелушения продукт сортируют провеиванием и нешелушенные зерна вновь возвращают в соответствующие машины.

Обработка ядра после шелушения заключается в дальнейшем шлифовании для удаления остатков цветковых пленок. Кроме того, в процессе шлифования удаляются плодовые и семенные оболочки, а также зародыш. Все это улучшает товарный вид крупы. После такой обработки она быстрее разваривается и лучше усваивается. Некоторые виды и сорта круп (рис, горох, перловую и др.) после шелушения и шлифования полируют в специальных поставах и голлендрах, что придает им красивый вид и однородность. Шлифование и полирование также основаны на трении продукта о рабочие поверхности машин. Крупу, вырабатываемую из зерна многих культур, сортируют по величине на несколько фракций (номеров).

В процессе механической обработки (очистки и особенно шелушения и шлифования) ядро у части зерен не выдерживает оказанных воздействий и дробится. Поэтому при выработке крупы основного ассортимента получают продукты более низкого качества. Лучший вид крупы из гречихи — я д р и ц а, то есть целое ядро гречихи, однако часть зерен всегда дробится и получается дробленая крупа — п р о д е л, дающая при кулинарной обработке кашу-«размазню». Еще бóльшая разница в качестве между целыми шлифованными зерновками (ядром) риса и дроблеными. При выработке круп образуется и некоторое количество муки — м у ч к и, используемой на кормовые или технические цели. По выходу цельной крупы, дробленки и мучки судят о работе отдельных машин и предприятия в целом.

В сельском хозяйстве крупу вырабатывают главным образом из зерна проса, гречихи, овса и ячменя, обычно по сокращенной схеме, поэтому ассортимент менее разнообразен. Для примера

приведем схему технологического процесса выработки гречневой крупы на крупорушке (рис. 58). Зерно гречихи *II* для очистки от примесей поступает в сепаратор, оборудованный приемным ловушечным ситом с отверстиями диаметром 8...10 мм (верхним с отверстиями 5 мм и подсевным с отверстиями размером 1,8×20 мм). Образующаяся пыль поступает в циклон 2. После прохода через магнитный аппарат зерно сортируется по крупности на двухъярусной подсевке с диаметром отверстий на ситах: первом 4,1 мм; втором 3,5; третьем 3,1; четвертом 2,7...2,5 мм. В результате получают четыре фракции зерна. Зерно, прошедшее через последнее сито, направляется в отходы *I*. Рассортированное зерно

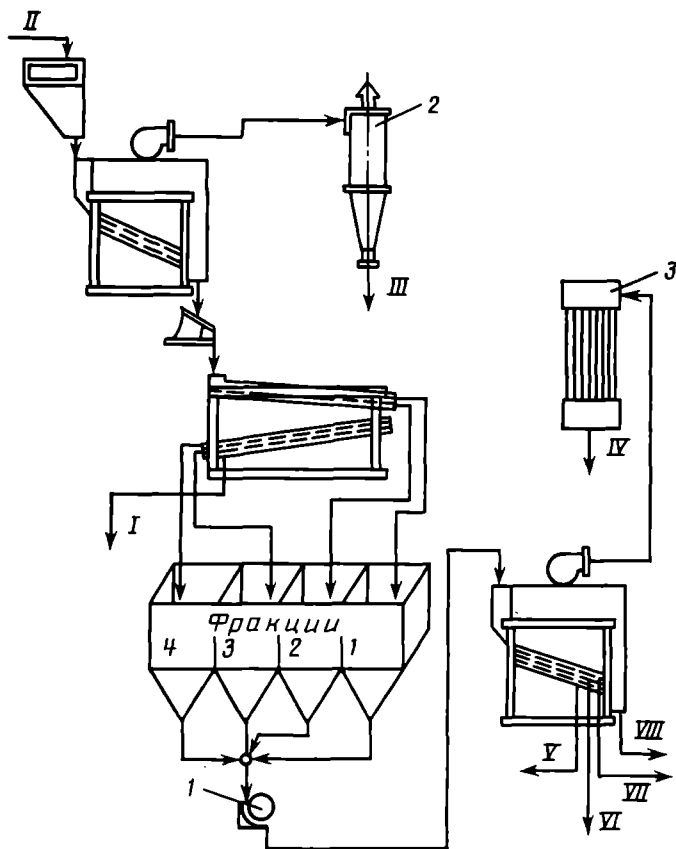


Рис. 58. Схема переработки гречихи на крупорушке сельскохозяйственного типа: *I* — гречерушальный станок; *2* — циклон; *3* — фильтр; *I* — отходы; *II* — зерно гречихи; *III* — пыль; *IV*, *V* — мука; *VI* — ядрица на магнит; *VII* — нешелушенная гречка; *VIII* — продел.

но поступает в отдельные бункера, из них на вальцедековый станок.

Каждую фракцию зерна шелушат отдельно, что позволяет увеличить выход ядрицы. После шелушения продукт передают в сепаратор (с соответствующей заменой сит для каждой фракции) и сортируют на четыре фракции: крупу-ядрицу, крупу-продел, мучку и нешелушеное зерно. Последнее снова направляют в бункер, а готовая продукция еще раз проходит через магнитный аппарат. Для сельского хозяйства разрабатывают новые малогабаритные агрегаты.

Для получения более питательных и разнообразных круп в схему технологического процесса современного крупяного завода включают обработку зерна водой и паром, а также варку при высоком давлении. При пропаривании очищенного зерна возрастает прочность ядра, а оболочки делаются более хрупкими, в результате увеличивается выход высших сортов крупы, ускоряется развариваемость крупы. Кроме того, при пропаривании инактивируются ферменты зерна, что увеличивает срок хранения крупы. Промышленность выпускает крупы, требующие всего 10...15 мин варки для получения каши.

Еще более повышается пищевая ценность круп при варке в сиропе (из солода, сахара, поваренной соли и других компонентов) с последующим плющением и обжаркой. Кулинарная обработка таких круп-«хлопьев» не нужна. Их потребляют в сухом виде или с молоком, какао, кофе, киселем, бульоном, супами и т. д. Другой способ повышения усвояемости крупы основан на обработке давлением. Так вырабатывают вспученные (взорванные) зерна пшеницы, риса, кукурузы, увеличенные в объеме в шесть — восемь раз. Лучшие вспученные зерна получают из стекловидных сортов риса, пшеницы и кремнистых сортов кукурузы (особенно рисовой).

Из многих видов крупы вырабатывают пищевые концентраты: их смешивают с другими компонентами и обрабатывают до полной или почти полной готовности. Наконец, используя смесь круп (две-три) или вторичных продуктов крупяного производства (дробленых круп) в размолотом виде и добавляя в них высокопитательные вещества (обезжиренное сухое молоко, сухой яичный белок, витамины, микроэлементы), получают крупы повышенной питательной ценности. Например, сильная содержит белков 21 %, спортивная 18,7 % и др.

§ 3. Оценка качества круп

Качество круп и способы определения его нормированы стандартами. К обязательным показателям при оценке круп относят сенсорные (цвет, запах и вкус). В крупах недопустимы вреди-

тели. Влажность разных круп должна быть в пределах 12...15,5 %. Строго нормируют количество примесей, особенно вредных, испорченного и битого ядра, мучели, металлических примесей и нешелушенных зерен. От содержания их зависят сорт крупы и соответствие продукта требованиям государственного нормирования.

Определяют также кулинарные достоинства крупы. В эту оценку входят цвет, вкус и структура сваренной каши, продолжительность варки и коэффициент разваримости, по которым понимают отношение объема каши (в миллилитрах) к объему крупы (в миллилитрах), взятой для варки. В зависимости от сортовых особенностей сырья, способов его обработки и ассортимента круп коэффициент разваримости колеблется обычно в следующих пределах: у пшена 4...5,2; круп из гречихи 3,2...4; риса 4,3...5,2; перловых 5,5...6,6; у овсяных 3,3...4,1.

§ 4. Хранение круп

Крупы хранят в чистой, плотной и незараженной таре (мешках). При отправке зерна на крупорушку сразу готовят тару. Фасуют крупы и в мелкую тару (бумажные мешки). При хранении продукт защищают от увлажнения и вредителей хлебных запасов. Можно хранить крупы в одном складе с мукой. Крупы, выработанные на крупорушках без применения гидротермической обработки, менее стойки при хранении. Это особенно относится к пшенице и овсянке, которые быстро прогорают. Быстро (в течение нескольких недель) прогорают в теплое время крупы, полученные из зерна, подвергшегося хотя бы самым начальным стадиям самосогревания, прорастания или плесневения.

Контрольные вопросы и задания. 1. Перечислите ассортимент круп, вырабатываемых в нашей стране. 2. Какие основные технологические приемы используют при выработке крупы? 3. От чего зависят выход и сортность круп, вырабатываемых из зерна различных культур? 4. По каким признакам оценивают качество круп?

Глава 14 ОСНОВЫ ХЛЕБОПЕЧЕНИЯ

§ 1. Способы производства и ассортимент печеного хлеба

Хлеб — важнейший продукт питания. Его выпекают из муки, дрожжей, соли, воды и дополнительного сырья. Продукт содержит значительное количество белков, углеводов, главным образом в виде крахмала. Велика и энергетическая ценность хлеба (табл. 42). Особенность его как продукта питания — отсутствие

42. Химический состав (%) хлеба и хлебобулочных изделий

Продукт	Вода	Белки	Жиры	Углеводы (общие)	Клетчатка	Зольность	Энергетическая ценность, кДж
Хлеб пшеничный:							
формовой из обойной муки	44,3	8,1	1,2	42	1,2	2,5	853
из муки второго сорта	41,2	8,1	1,2	46	0,4	2	924
из муки высшего сорта	37,8	7,6	0,6	52,3	0,1	0,3	979
из муки первого сорта	39,5	7,6	0,9	49,7	0,2	0,3	949
подовый из муки второго сорта	39,3	8,3	1,3	48,1	0,4	2	953
Хлеб ржаной простой формовой из обойной муки	47,5	6,5	1	40,1	1,3	2,5	798
Хлеб ржано-пшеничный простой формовой из обойной муки	46,9	7	1,1	40,3	1,1	2,5	811
Хлеб орловский из ржаной обдирной и пшеничной муки второго сорта	43	6,1	1,1	46,3	0,6	2	886
Батоны из пшеничной муки первого сорта	37,2	7,9	1	51,9	0,2	1,5	991
Булки городские из пшеничной муки первого сорта	34,3	7,7	2,4	53,4	0,2	1,6	1067
Булочки пшеничные из муки первого сорта (с молоком)	23,2	7,2	9,5	57,3	0,7	1,7	1390

несъедобной части. При правильной технологии производства вся масса (100 %) хлеба съедобна, в то время как у капусты белокочанной несъедобная часть составляет 20, у картофеля — 28 %.

Производство доброкачественного печеного хлеба различного ассортимента — сложный биологический и физико-химический процесс. Хлебом первобытного человека была пресная лепешка. Позднее человек бессознательно воспользовался жизнедеятельностью микроорганизмов, находящихся в тесте, и протекающими в нем ферментативными процессами. В результате спонтанного (самопроизвольного) брожения выпеченная лепешка стала более рыхлой и вкусной. Затем процессы брожения стали совершенствовать: вводить во вновь замешиваемое тесто кусок старого (закваску) и, наконец, с развитием промышленной микробиологии — определенные группы микроорганизмов (дрожжи и молочнокислые бактерии).

Применяют два основных способа производства хлебных и других изделий из муки: приготовление пресных продуктов, для которых характерно отсутствие брожения в промежуточном продукте (тесте), и приготовление хлебных изделий способом брожения теста (биологическим) в течение не-

скольких часов. Пресные мучные изделия: макароны, вермишель, лапша, галеты, некоторые виды пряников, бараночные изделия и национальные сорта хлеба. Основная часть хлебных продуктов проходит стадию брожения теста.

При приготовлении теста биологическим способом теряется 2...3 % сухих веществ муки, которые оказываются гидролизованными и потребленными микроорганизмами. Однако в результате процессов гидролиза составных частей муки усвояемость сухих веществ приготовленного таким способом хлеба увеличивается на 2...4 %. Лучшему перевариванию хлеба и работе желудочно-кишечного тракта способствуют также содержащаяся в продукте молочная кислота и пористая структура мякиша.

Ассортимент хлебобулочных изделий, вырабатываемых в нашей стране, составляет несколько сотен различных по внешнему виду, вкусу и питательности сортов. Это объясняется тем, что хлеб вырабатывают из муки разных выходов и сортов, по неодинаковой рецептуре и с применением разных технологических приемов. Во многих регионах пользуются спросом национальные сорта хлеба.

Хлебобулочные изделия делят на следующие основные группы: хлеб из ржаной муки различных выходов; хлеб из смеси ржаной и пшеничной муки (или муки пшенично-ржаной и ржано-пшеничной); хлеб из пшеничной муки различных выходов и сортов; булочные и сдобные изделия из пшеничной муки (штучные); бараночные изделия (бублики, баранки и сушки). Первые три группы изделий вырабатывают штучными или по массе, выпекают на поду или в формах. Хлебом называют изделия массой более 500 г; булочными изделиями — массой 500 г и менее, выпекаемые из пшеничной муки; мелкоштучными булочными изделиями — массой 200 г и менее.

Используемое в хлебопечении сырье очень разнообразно. Его делят на две группы: основное и дополнительное. К основному относят все то, что необходимо для получения теста и хлеба: муку, воду, разрыхлители (дрожжи, закваски) и соль. Существуют сорта хлеба без соли (ахлоридные), вырабатываемые для больных со специальной диетой. Иногда к основному сырью относят и сахар, вводимый при замесе теста в небольших количествах в качестве питательной среды для дрожжей.

Дополнительное сырье вводят в рецептуру для повышения пищевых достоинств хлеба: увеличения энергетической ценности, содержания белков, незаменимых аминокислот, витаминов, кальция или придания определенных вкусовых свойств, аромата, окраски корок, мякиша. В первом случае добавляют молоко, жиры, сахар, патоку, яйца, витамины и т. д., во втором — семена эфирномасличных растений, корицу, ваниль, ванилин, шафран и др. Большую часть дополнительного сырья вводят обычно в

приготовленное (созревшее) или полуготовое тесто, в котором хорошо развились дрожжи и обладающее достаточной рыхлостью после внесения добавок.

§ 2. Технологический процесс приготовления хлебобулочных изделий

Этапы производства. Выработку хлеба способом брожения делят на три процесса: приготовление теста, куда включают и подготовку сырья, обработку теста (разделку) и выпечку (рис. 59).

Подготовка основного сырья. Для получения теста (полуфабриката) нормальной консистенции и нужных исходных свойств сырье должно отвечать требованиям хлебопечения и быть соответствующим образом подготовлено. Тесто обладает плохой теплопроводностью, поэтому основные его компоненты (муку и воду) подготавливают так, чтобы после замеса получить нужную для брожения температуру (28...32 °С).

Подготовка муки включает: подогревание до температуры 10...20 °С; просеивание через контрольные сита; пропуск через

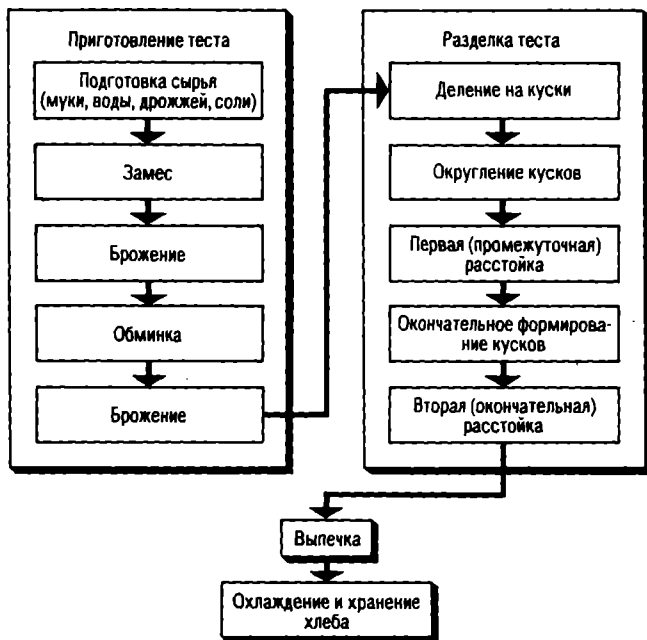


Рис. 59. Схема технологического процесса производства пшеничного хлеба безопарным способом.

магнитные аппараты и смешивание. Мука, прежде чем пойти в дежу (емкость для замеса теста), должна иметь температуру не ниже 10 °С, так как заданная температура теста получается в результате применения достаточно теплой, но не горячей воды. Горячая вода способствует завариванию муки (свертыванию белков и клейстеризации крахмала). Поэтому муку перед использованием хранят в отопляемом помещении. При больших запасах и малом расходе муку хранят в неотапливаемых складах, но зимой часть ее за несколько дней до замеса теста переносят в теплое помещение.

Мука в мешках может слеживаться (образуются комки, а иногда и монолит). Такую муку в тесте очень трудно промесить. При расшивке мешков в нее могут попасть куски шпагата, ниток, волокна. Просеивание предупреждает возможность появления таких включений в тесте и хлебе, а также случайное единичное заражение вредителями. Кроме того, при просеивании происходит аэрирование частиц муки — насыщение их воздухом, а следовательно, и кислородом, который в начале брожения используют дрожжи для аэробного дыхания.

Просеивают муку на специальных машинах — просеивателях (типа буратов или рассевов). При просеивании не отделяют части муки (отруби) и поэтому сита ставят более редкие, чем контрольное сито для муки данного выхода и сорта на мукомольных заводах. Муку пропускают и через магнитный аппарат. Если на предприятии несколько партий муки с различными хлебопекарными свойствами, для улучшения качества хлеба в рецептуру вводят муку двух или нескольких партий в определенных соотношениях. Такой прием называют смешиванием.

Строгие требования предъявляют к воде. Она должна соответствовать показателям питьевой и нормам по содержанию бактерий, так как многие из них сохраняются при выпечке. Вода влияет на вкус хлеба и брожение теста. Качество воды для нужд хлебопечения и возможность использования того или иного источника определяют органы санитарной инспекции.

На каждом хлебопекарном предприятии существует оборудование для подогрева воды. В сельских воду чаще всего подогревают в котлах-бойлерах, установленных в системе дымоходов хлебопекарных печей. Для получения заданной температуры теста (28; 30; 32 °С) температуру воды при замесе определяют, учитывая температуру муки и ее удельную теплоемкость (0,4) и пользуясь специальными формулами.

Соль также должна соответствовать требованиям стандарта на пищевые цели. Ее предварительно растворяют и фильтруют полученный раствор. Крупнозернистую соль перед растворением промывают. Если в мякише печеного хлеба обнаруживают кристаллы соли, это свидетельствует о явном нарушении технологии.

Количество соли, вводимой в рецептуру, составляет для большинства сортов хлеба 1,3...1,5 % массы муки. Лишь в отдельные сорта хлеба ее добавляют до 2,5 % (городские батоны, соленую витушку и др.). Соль не только придает вкус хлебу. С ним человек получает значительную часть соли, необходимой в суточном рационе. Соль улучшает коллоидные свойства теста, снижает активность α -амилазы и повышает температуру клейстеризации крахмала. Раствор соли поступает при замесе теста из специального солерастворителя через солемерный бачок.

Качество хлеба во многом зависит от степени и правильности разрыхленности, пористости мякиша. При приготовлении теста основными разрыхлителями служат дрожжи. Они размножаются как в аэробных, так и в анаэробных условиях. Дрожжевые клетки выделяют диоксид углерода, насыщают им тесто, в результате создается давление газа, приводящее к разрыхлению теста. В хлебопечении применяют прессованные и сухие дрожжи (для производства которых создана дрожжевая промышленность), а также жидкие — закваски. Последние готовят на хлебопекарных предприятиях в специальных цехах.

Основное свойство, которым должны обладать прессованные и сухие дрожжи, — подъемная сила, то есть способность за установленное время обеспечить подъем (разрыхление) теста до определенного уровня. Прессованные дрожжи содержат 75 % воды и поэтому нестойки при хранении. Их систематически получают на дрожжевом заводе и хранят при низкой температуре (около 2...4 °С). Если дрожжи заморожены (для длительного хранения), то оттаивают их при низкой температуре. Сухие дрожжи, приготовленные на специальных заводах и герметизированные в банках различной вместимости, сохраняют хорошую подъемную силу в течение года. Перед введением в тесто их размачивают с добавлением муки и сахара. Приготовление жидких дрожжей на хлебопекарных предприятиях требует микробиологического контроля, так как необходимо следить за составом развивающейся микрофлоры (дрожжей, молочнокислых бактерий и др.).

Приготовление теста. Необходимое количество компонентов для образования теста в хлебопечении исчисляют на 100 кг муки, что соответствует и выражению в процентах массы муки. При приготовлении пшеничного хлеба на 100 кг муки расходуют (%): прессованных дрожжей 0,5...2,5 (или эквивалентно им сухих и жидких дрожжей); соли 1...2; воды 50...70. Количество последней зависит от водопоглотительной способности муки. Распространены два основных способа приготовления пшеничного теста — безопарный и опарный.

Безопарный способ. Все компоненты, входящие в рецептуру теста, в полном объеме вносят одновременно. В ре-

зультате замеса получают тесто густой консистенции. После выбраживания без добавок основных компонентов его направляют на дальнейшую обработку. В связи с тем что тесто густое и в нем находится вся норма соли, развитие дрожжей происходит в менее благоприятных условиях, и поэтому их вводят в большем количестве — обычно 1,5 %. Продолжительность брожения 3...3,5 ч.

Опарный способ. Тесто готовят в два приема: сначала жидкое — опару, затем на ней замешивают тесто нормальной консистенции. В опару вводят 65...75 % полагающейся по рецептуре воды и 40...50 % муки. Полностью вносят дрожжи. Соль обычно полностью или частично вводят при замесе теста. В связи с тем что у опары более жидкая консистенция, дрожжей требуется примерно в два раза меньше (0,75 %). Общий срок брожения теста при опарном способе больше, чем при безопарном.

У каждого способа свои преимущества и недостатки. При более длительном и двухступенчатом процессе брожения улучшаются пластические свойства теста, лучше проходит гидролиз компонентов муки и накапливаются вещества, придающие вкус и аромат хлебу. Лучшая пористость мякиша, структура пор, их тонкостенность также характерны для опарного хлеба. Корки хлеба при этом получаются лучше окрашенными (розоватыми, светло-коричневыми) и гладкими. При опарном способе требуется больше оборудования, особенно дежей или других емкостей для брожения. Удваивается и число операций, связанных с дозированием сырья и замесом опары, затем теста. Потери сухого вещества муки при этом способе несколько больше, что уменьшает выход хлеба примерно на 0,5 %.

В некоторых случаях как при опарном, так и при безопарном методах применяют заварку. Муку (5...10 %) при непрерывном замешивании сначала обрабатывают теплой водой (50...60 °С). При этом крахмал лучше клейстеризуется — образуются декстрины. Иногда заварку проводят соленым раствором. Применяют также сбраживание остывшей заварки жидкими дрожжами или молочнокислыми бактериями. Приготовление опары или теста на заварках обычно улучшает его физические свойства, окраску корок (они получаются более румяными), структуру мякиша, вкус и аромат хлеба. Содержание сахаров в хлебе увеличивается почти вдвое.

Особенности приготовления ржаного хлеба. Отсутствие в ржаной муке связанной клейковины, содержание в ней сильно набухающих пентозанов и слизей, часто активной α -амилазы, способность белковых веществ значительно пептизироваться и переходить в вязкие коллоидные растворы приводят к тому, что приготовить ржаное тесто с удовлетворительными пласти-

ческими свойствами за один-два приема нельзя. Только много-ступенчатое приготовление ржаного теста с многократным введением в него свежих порций муки в сочетании с общим длительным сроком брожения позволяет повысить его газодерживающую способность и формоустойчивость. Этому способствует также накопление в тесте значительного количества молочной кислоты, повышение кислотности его среды. Ржаное тесто готовят на заквасках, представляющих собой комплекс молочнокислых бактерий и дрожжей.

Закваски в зависимости от консистенции бывают густыми и более жидкими. Их готовят довольно длительное время. Используют часть старой закваски или все начинают заново. В результате общее время приготовления ржаного теста составляет 10...12 ч и более. Подготовку заквасок выводят из основного производственного цикла и по мере созревания на них замешивают тесто. Соль вносят при замесе теста.

Таким образом, в ржаном или пшеничном тесте, приготовляемом биологическим способом, протекают многообразные микробиологические и биохимические процессы. Температура брожения теста благоприятна для развития дрожжей (хотя это выше их оптимума) и молочнокислых бактерий, а также для проявления достаточной активности находящихся в муке ферментов. Расстойку теста обычно проводят в специальных камерах. В процессе приготовления хлеба из ржаной муки тесто, а затем и мякиш темнеют в результате деятельности фермента тирозиназы, окисляющей аминокислоту тирозин до темноокрашенных соединений — меланинов. Кроме различных органических кислот и промежуточных продуктов брожения, в тесте накапливается этиловый спирт, испаряющийся при выпечке.

Обработка теста. Ее начинают в период брожения. Скапливающийся диоксид углерода распределяется в тесте неравномерно, образуя крупные пузыри. Для лучшего разрыхления всей массы теста и его аэрации во время брожения проводят одно-два перемешивания (обминки). Большая часть газа при этом удаляется, однако оставшаяся хорошо диспергируется, а накопление вновь происходит быстрее в результате перехода части дрожжевых клеток на аэробное дыхание.

Выбродившее (созревшее) тесто сначала разделяют на куски нужного объема и массы с таким расчетом, чтобы получить после выпечки продукт с заранее заданной массой. Нарезанные куски формируют для улучшения структуры теста и придания им формы будущего изделия. Сформированное тесто проходит окончательную расстойку. В этот период в тесте продолжается брожение и сформированный кусок, разрыхляясь, заметно увеличивается в объеме. Окончательную расстойку проводят при температуре 32...35 °С. Расстойка — очень ответ-

ственный прием. При малой ее продолжительности тесто с хорошей газодерживающей способностью не достигает нужного объема. Передержка теста приводит к его опаданию, если не в период расстойки, то при выпечке. Продолжительность расстойки сформированного теста 25...120 мин, в зависимости от свойств муки, рецептуры, массы кусков, условий процесса (в формах или без них, температуры и т. д.).

Выпечка. Заключительный этап приготовления хлеба в пекарных камерах различных конструкций. Выпекают хлеб на поду и в формах. В процессе выпечки тесто превращается в хлеб с достаточно прочной, устойчивой формой. В зависимости от вида изделий выпечку ведут при температуре 220...280 °С.

При выпечке в тесте и будущем хлебе протекают разнообразные теплофизические, коллоидные, микробиологические и биохимические процессы. Сравнительно близкую к температуре пекарной камеры приобретает только поверхность куска теста, где и образуется корка. Внутренняя часть будущего хлеба (мякиш) только в последний период выпечки нагревается почти до температуры 100 °С, так как по мере прогревания из мякиша испаряется влага, причем зона испарения углубляется постепенно.

Корки под действием высокой температуры пекарной камеры высыхают, однако не утолщаются и не подгорают, так как через них проходит испаряемая из мякиша влага. Действие высоких температур на поверхность теста вызывает декстринизацию крахмала и карамелизацию сахаров. Этим и объясняется окраска корок в желто-розовые и коричневые тона.

В тесте, находящемся в печи, продолжают микробиологические и ферментативные процессы. В результате дальнейшего газообразования и нагревания объем теста увеличивается до тех пор, пока повышающаяся температура не остановит данные процессы. Деятельность бродильной микрофлоры замедляется при температуре выше 40 °С и практически прекращается при температуре 60 °С, хотя часть ее (особенно молочнокислые бактерии) сохраняется и после выпечки хлеба. При более высокой температуре (70...80 °С) инактивируются ферменты. При температуре 60...70 °С тесто превращается в хлеб. В результате коагуляции белков стенки пор приобретают устойчивость, которая закрепляется на последующем этапе выпечки и при охлаждении хлеба.

Качество хлеба во многом зависит от режима выпечки. Если температура пекарной камеры недостаточна, то тесто прогревается медленно, по-иному перемещается в нем влага, образуются малопористые или беспористые участки мякиша, изменяется форма хлеба, корка остается бледной и т. д. При избыточной температуре возможно быстрое образование непроницаемой

корки и отрыв ее от остальной части теста. В результате корка высыхает и пригорает, а мякиш деформируется.

Продолжительность выпечки зависит от массы изделий и сорта муки. Чем меньше по массе изделие, тем скорее оно пропекается. Например, выпечка мелкоштучных длится всего 8...12 мин, пшеничных батонов массой 0,5 кг — 15...17 мин при температуре 280...240 °С. Хлеб массой 1 кг выпекают 40...60 мин.

Превращение теста в хлеб сопровождается потерей массы, получившей название упека. Он образуется вследствие частичного испарения из теста воды и продуктов брожения (этилового спирта, диоксида углерода, летучих кислот, альдегидов и т. д.). Величина упека составляет 6...14 % и зависит от массы и рода изделий, режима выпечки. Упек прежде всего происходит в результате потери влаги в корке. Чем меньше масса выпекаемого изделия, тем больший процент его массы и объема составляют корки, тем больше и величина упека. Конечно, и мякиш мелкоштучных изделий обладает меньшей влажностью, чем крупных. Существенное значение имеет и влажность воздуха в пекарной камере. При соответствующих режимах паровоздушной среды упек меньше. Хлеб, выпеченный на поду, дает больший упек, чем хлеб такой же массы, полученный в формах.

При небрежном обращении горячий хлеб легко сминается, теряет форму, структуру пористости и переходит в брак. Поэтому вынутый из печи хлеб размещают на специальные стеллажи для остывания. В процессе остывания часть влаги из мякиша переходит в корки, влажность которых повышается примерно до 12 %. Остывание хлеба сопровождается испарением влаги — усушкой, достигающей в первые 3...6 ч хранения 2...4 %. Размеры усушки зависят от вида и массы хлеба, температуры и влажности воздуха в хранилище. В торговую сеть и столовые хлебобулочные изделия транспортируют так, чтобы не было их деформации и большой усушки. Для перевозки используют специальные автофургоны и повозки с выдвижными полками или стеллажами.

В связи с усушкой следует сказать и о черствении хлеба, проявляющемся через 10...12 ч после выпечки. Еще Ж. Буссенго установил, что черствение хлеба не связано с его усыханием. Действительно, достаточно нагреть в печи целый черствый хлеб, как он приобретает на короткое время свойства свежего и делается мягким. Однако вскоре мякиш становится еще более крошащимся, сухим и плохо сжимающимся. В основе черствения лежит изменение и гидрофильных свойств главных компонентов мякиша — крахмала и белков. Влага из крахмала поглощается коагулированными белками. Нагревание хлеба временно восстанавливает картину, наблюдаемую при выпечке.

Существует довольно много приемов, замедляющих черствение хлеба (применение химических добавок, хранение в замороженном состоянии или при повышенных температурах и др.).

Выход хлеба. Под выходом хлеба понимают массу готовых изделий, выраженную в процентах к массе израсходованной муки. Выход хлеба зависит от многих факторов: влажности и водопоглотительной способности муки, способа приготовления теста и рецептуры, размеров упека и усушки и т. д. Поэтому выход хлеба колеблется в значительных пределах (120...150 %) и нормирован для каждого сорта. Нормы необходимы для рационального использования сырья, организации технологического процесса, повышения качества хлебобулочных изделий и борьбы с потерями на различных этапах производства.

§ 3. Типы хлебопекарных предприятий

В городе хлеб выпекают главным образом на хлебозаводах различной производительности. Они оборудованы дозаторами для муки, воды и другого сырья, тестомесильными, тестоделительными, тестозакаточными машинами или агрегатами, печами различных систем и т. д. В крупных населенных пунктах производительность хлебозаводов достигает десятков и даже сотен тонн в сутки. Созданы поточные линии по выработке хлебобулочных изделий. В сельских местностях хлебопечение представлено предприятиями трех типов: механизированными, полумеханизированными и кустарными. На первых механизированы все наиболее трудоемкие процессы: просеивание муки, замес теста, его разделка и выпечка. На вторых механизирована часть операций, а на кустарных еще многое делают вручную. Специфические условия сельской местности (рассредоточенность населения, небольшие населенные пункты) вызывают необходимость иметь и предприятия небольшой производительности.

Схема приготовления пшеничного теста на хлебозаводе представлена на рисунке 60. Муку из мешков засыпают (по рецептуре) в приемный ларь мукосмесителя 1. Там она перемешивается и подается в норию 2, доставляющую муку в просеиватель-бурат 3, откуда шнеком 4 продукт передается в силосы 5. По мере надобности питающие шнеки 6 направляют муку в автомукомер 7, где ее отвешивают в заданном количестве. Автомукомер установлен над тестомесильной машиной 10, к которой подведена горячая 11 и холодная 1 вода, смешиваемая до нужной температуры в автоматическом водомерном бачке 9. Раствор соли готовят в солерастворителе 13. Дозируют соль в бачке 11. Суспензию из прессованных дрожжей готовят в дозировщике 8. Все необходимое для замеса опары или теста вводят

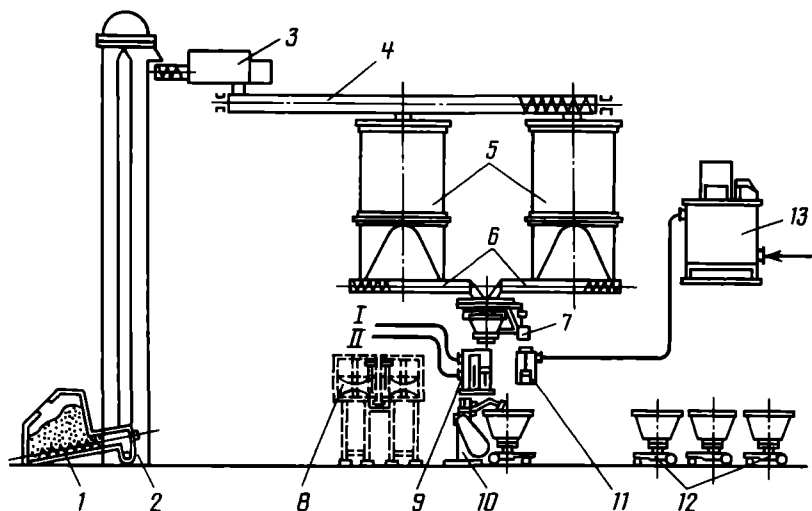


Рис. 60. Схема приготовления пшеничного теста:
 1 — мукомеситель; 2 — нория; 3 — просенатель-бурат; 4 — шнек; 5 — силос; 6 — питающий шнек; 7 — автомукмер; 8 — дозировщик; 9 — водомерный бак; 10 — тестомесительная машина; 11 — солемерный бак; 12 — дежа; 13 — солерастворитель;
 I — холодная вода; II — горячая вода.

в дежу и промешивают рычагом тестомесильной машины. Дежи 12 с замешанной опарой или тестом откатывают в сторону для брожения. Для обминки теста дежи в нужный срок по очереди подкатывают к тестомесильной машине.

Созревшее тесто поступает в дальнейшую обработку. Вручную или на тестоделительной машине его делят на куски нужной массы и направляют на формовку и расстойку. Выпекают тесто в печах с различной системой обогрева. В сельских хлебопекарных предприятиях распространены конвейерные люлечно-подиковые печи. На крупных хлебозаводах монтируют ленточные или люлечно-подиковые конвейерные печи большой производительности. Распространены тестоприготовительные агрегаты различных систем.

Технологический процесс производства хлеба постоянно совершенствуется. Это позволяет более экономно расходовать сырье, сокращать сроки отдельных этапов приготовления хлеба, повышать его пищевую ценность и вкусовые качества. Чрезвычайно важен переход на массовое производство мелкоштучных хлебобулочных изделий, что приводит к значительной экономии хлеба. Не менее важно воспитывать у населения бережное отношение к хлебу.

§ 4. Оценка качества хлебобулочных изделий

Качество хлебобулочных изделий нормируют государственные стандарты. Утверждены и способы определения их качества. На каждый вид хлеба существуют определенные технические условия с указанием рецептуры и вида изделия, на многие сорта разработаны стандарты.

Хлеб должен отвечать определенным признакам по внешнему виду (форме, поверхности и окраске корки), состоянию мякиша (пропеченность, промес, структура пор, эластичность, свежесть), вкусу и запаху. Обязательно определяют и физико-химические показатели: влажность, пористость и кислотность мякиша. Влажность мякиша ржаного хлеба не должна превышать 48...51 %, пшеничного из обойной муки 48, из сортовой 43...45, мелкоштучных хлебобулочных изделий 39...41 %. Пористость ржаного хлеба должна быть не менее 45...48 %, пшеничного из сортовой муки не менее 63...72 % (для разных сортов). Кислотность ржаного хлеба должна составлять не более 12°, ржано-пшеничного 11, пшеничного из муки второго сорта 4, муки высшего и первого сортов 3°. В хлебе недопустимы признаки болезней (картофельной, плесневения и др.), посторонние включения, соли тяжелых металлов.

Контрольные вопросы и задания. 1. Какова роль хлебобулочных изделий в питании? 2. Назовите виды вырабатываемых хлебобулочных изделий. 3. Перечислите способы производства хлебобулочных изделий. 4. В чем заключается биологическая сущность производства хлебобулочных изделий? 5. Дайте характеристику основного и дополнительного сырья в хлебопечении. 6. Какие существуют способы приготовления пшеничного теста? 7. В чем состоят особенности производства ржаного хлеба? 8. Назовите основные технологические процессы на хлебопекарном предприятии. 9. По каким качествам оценивают хлебобулочные изделия?

Глава 15

ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА ИЗ СЕМЯН МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

§ 1. Способы получения растительного масла

Применение растительного масла разнообразно. Его употребляют в пищу, поскольку это высококалорийный продукт, используют во многих отраслях пищевой промышленности (кондитерской, консервной, маргариновой, хлебопекарной и др.) и кулинарии, применяют на технические нужды, для производства моющих средств, олифы, лаков и красок, непромокаемых тканей, клеенчатых материалов, пластических масс, искусственных кож, линолеума и многих товаров химической и текстильной промышлен-

ности. Растительное масло и продукты его переработки используют для приготовления фармацевтических, косметических и лекарственных препаратов. Ценным высокобелковым концентрированным кормом для сельскохозяйственных животных служат отходы — жмых и шроты, получаемые при переработке семян. Данные продукты входят в состав многих комбикормов.

Содержание масла в семенах зависит от видовых и сортовых особенностей масличных культур, места и условий выращивания, применения удобрений, сроков созревания и уборки. Возможность его использования определяется химическим составом. Современные промышленные предприятия, перерабатывающие семена масличных культур, оснащены высокопроизводительным технологическим оборудованием. Лишь небольшую часть растительного масла в стране вырабатывают на сельских предприятиях.

Для очистки семян подсолнечника, льна, рапса, сои, арахиса и других масличных культур применяют сепараторы различных конструкций. Сушку семян до оптимальной влажности, необходимой для нормального течения технологического процесса, проводят в пневматических, барабанных или шахтных сушилках с соблюдением установленных режимов.

Техника шелушения семян и отделения оболочки от ядра зависит от физико-механических свойств. Применяют следующие способы: раскалывание оболочки ударом (подсолнечник), сжатие ее (клешевина), разрезание оболочки и частично ядра (хлопчатник), обдирание оболочки трением о шероховатые поверхности (конопля) и др. В соответствии с этим используют машины с рабочими органами, действующими по принципу многократного или однократного удара семян о металлические поверхности (бичевые и центробежные семенорушки), с режущими стальными рабочими органами (дисковые, ножевые и вальцовые шелушилки), с гладкими или рифлеными металлическими поверхностями, работающими по принципу раздавливания.

Масло из семян извлекают двумя основными способами: механическим, в основе которого лежит прессование измельченного сырья, и химическим (экстракционным), при котором специально подготовленное масличное сырье обрабатывают органическими растворителями. Семена различных культур с применением указанных способов перерабатывают по неодинаковым технологическим схемам. Принципиальная технологическая схема переработки следующая: очистка семян от примесей, подсушивание в сушильных агрегатах, шелушение семян, разделение рушанки, измельчение ядра и его влаготепловая обработка, извлечение масла прессованием или экстракцией, очистка масла.

Очистка и сортирование масличных семян основаны на раз-

личии размеров и аэродинамических свойств семян и примесей. В результате шелушения получают продукт, называемый рушанкой. Она представляет собой смесь из целых и дробленых ядер, целых и раздробленных оболочек и части целых и необрушенных семян (недоруш). Затем рушанку разделяют в сепараторах и пневмоочистителях. Схемы разделения рушанки и формирования фракций для семян различных культур неодинаковы.

Чтобы облегчить выделение масла, целые шелушенные или дробленые ядра измельчают в вальцовых станках. В основном применяют пятивальцовые станки. Измельченное на вальцах ядро называют мяткой. Ее нельзя хранить долго, так как под действием ферментов происходит гидролиз жиров на составные части, что ухудшает как пищевые, так и технические качества масла. Во избежание этого мятку нагревают до температуры 90...97 °С. В результате изменяется ее структура, уменьшается вязкость жира, благодаря чему мятка лучше отпрессовывается, и увеличивается выход растительного масла. В процессе нагревания мятку увлажняют паром или водой и хорошо перемешивают. В результате такой обработки перераспределяются формы связи масла с белковым комплексом ядра и образуется поверхностный слой масла, который легче выделяется на прессах.

Увлажняют и поджаривают мятку в жаровнях различных конструкций и производительности. Подготовленный таким путем продукт называют мезгой. Затем мезгу подают на прессы для отжима масла. Применяют шнековые прессы непрерывного действия. Они состоят из зерновой камеры цилиндрической формы, внутри которой вращается шнек с переменным шагом витков. Мезга уплотняется шнеком, а масло вытекает через щели между планками камеры. Мезгу обычно прессуют дважды. Сначала на форпрессах отделяют часть масла, далее частично обезжиренную мезгу (форпрессовую ракушку) направляют в молотковую или дисковую дробилку, после измельчают в пятивальцовом станке и направляют в жаровню. Затем вновь прессуют на шнековых прессах окончательного отделения масла, или экспеллерах.

При прессовом способе производства масла получают два продукта: масло и жмых, в котором остается значительное количество масла. Экстракционный способ позволяет выделять масло в больших количествах. В отходе, называемом шротом, остается до 1 % масла. На заводах для производства масла экстракционным способом в качестве растворителя используют легкий бензин и гексан. Перед применением растворителя часть масла отжимают на шнековых прессах.

Подготовка сырья для экстракции с предварительным съемом масла принципиально не отличается от подготовки его для

прессования. Однако для увеличения поверхности соприкосновения с растворителем измельченное сырье (жмыховую крупку) пропускают через спаренную плющильную вальцовку с гладкими вальцами и получают пластинки толщиной 0,2...0,4 мм (лепестки). При извлечении масла экстракцией в непрерывнодействующих шнековых экстракторах создан противоток лепестков и растворителя, нагретого до температуры 50...55 °С. Образованный продукт называют мисцеллой. После окончания экстракции шрот содержит масла около 1 % и растворителя 40 %. Его обрабатывают паром для испарения (отгонки) растворителя, подсушивают, охлаждают и измельчают.

Мисцеллу после экстрагирования фильтруют на специальных фильтрах и сливают в мисцеллосборники. Она содержит масла 25...30 %, растворителя 70...75 %. Для отделения масла мисцеллу направляют в дистилляторы непрерывного действия. Сначала ее подогревают паром в предварительном дистилляторе до температуры 100...105 °С. При этом часть растворителя испаряется и концентрация масла повышается до 75...85 %. Далее мисцеллу направляют в окончательный дистиллятор и снова обрабатывают паром при температуре 210...220 °С, в результате из нее полностью удаляется растворитель.

Образовавшееся масло выводят из дистиллятора и охлаждают водой в теплообменнике. Затем его взвешивают и направляют в хранилище. Пары растворителя и воды по трубам отводят в конденсатор с водяным охлаждением, где они конденсируются и в дальнейшем легко разделяются по плотности. Растворитель вновь используют. На государственных маслозаводах по такой технологии перерабатывают более 80 % семян масличных культур. Современные маслозаводы оборудованы серийными шнековыми экстракторами непрерывного действия и карусельными экстракторами. Для семян сои их производительность составляет 500 т, подсолнечника 750 т в сутки.

Масло после прессования или экстрагирования содержит твердые и коллоидные примеси, в частности белковые и слизистые вещества, фосфатиды, поэтому подлежит очистке — рафинации. Способы рафинирования разные: физические (отстаивание, центрифугирование, фильтрование), химические (гидратация, щелочная рафинация, окисление красящих веществ и т. д.), физико-химические (отбеливание, дезодорация — отделение летучих веществ, обуславливающих специфические вкус и запах, удаление свободных жирных кислот и др.). Для отстаивания масло в емкостях оставляют в покое на длительное время. Более тяжелые частицы оседают на дно отстойника. От механических примесей и воды масло очищают на различных центрифугах (центрифугирование). Фильтрование позволяет отделять механические примеси, плотность

которых не отличается от плотности масла. Фильтруют масло через специальную ткань или ткань и фильтровальную бумагу в фильтрах-прессах. На маслозаводах производительностью до 250...300 т семян в сутки масло в основном очищают способом двойной фильтрации. После отделения крупных частиц в фузоотделителях продукт поступает на первую (горячую) фильтрацию на рамных фильтрах-прессах. Потом масло при помощи воздушных калориферов охлаждают до температуры 20...25 °С и повторно направляют на рамные фильтры-прессы. Отфильтрованное и охлажденное растительное масло отправляют на склад.

На некоторых заводах масло после первой горячей фильтрации очищают способом гидратации. Г и д р а т а ц и я - очистка масла от коллоидно-растворимых фосфатидов, белковых и других веществ. Вводя в масло насыщенный пар или воду и перемешивая их, увлажняют белковые вещества и фосфатиды. Последние, обладая гидрофильными свойствами, в процессе гидратации интенсивно вбирают воду, набухают и укрупняются. В результате образуются хлопья, выпадающие в осадок.

После первой горячей фильтрации и гидратации масло пропускают через сепараторы. При этом наиболее полно отделяются фосфатиды и вода. Масло, пропущенное через сепараторы, после сушки при длительном хранении остается прозрачным и не дает осадка.

Один из распространенных способов очистки растительного масла от свободных жирных кислот — обработка его слабыми растворами щелочей (NaOH). При взаимодействии жирных кислот с щелочами образуются нерастворимые в нейтральном масле соли — мыла, выпадающие в осадок в виде хлопьев. Очищенное масло поступает в вакуум-сушилку, где высушивается в непрерывном потоке. После его охлаждают в калориферах до температуры 25...30 °С, взвешивают и отправляют на хранение.

От красящих веществ растительное масло очищают адсорбционной рафинацией. Масло обрабатывают специальными порошками, мельчайшие частицы которых адсорбируют на своей поверхности красящие вещества. Для отбеливания используют отбеливающие глины и другие сорбенты.

Для удаления неприятных запаха и вкуса проводят дезодорацию масла в специальных аппаратах. Через слой масла пропускают перегретый водяной пар, с которым уносятся испаряющиеся ароматические вещества. Рафинированное масло хранят в плотно закрытых резервуарах, без доступа воздуха, влаги и света.

Получение растительного масла экстракционным способом позволяет применять высокопроизводительные шнековые экс-

тракторы непрерывного действия и другое технологическое оборудование. При этом обеспечивается более полное извлечение масла из семян, его потери в шротах снижаются до 1 %. В связи с применением органических растворителей требуется более тщательная очистка масла. При механическом способе извлечения масла используют прессы различной конструкции, производительность которых невысока. Содержание масла в жмыхах составляет 7...8 %.

§ 2. Производство растительного масла в сельском хозяйстве

На местах применяют прессовый способ получения растительного масла (рис. 61). Семена подсолнечника, поступающие из зернохранилища, взвешивают и сыпают в приемный бункер 1, затем ковшовой норией 2 подают через магнитные устройства 3 в сепаратор для очистки от минеральных и органических примесей. Далее семена еще раз пропускают через магнитные устройства, после чего они поступают в распределительный шнек, который выдает семена в приемный бункер 4. Оттуда они попадают в бичевую рушильную машину 8, а затем в аспирационную вейку 9. Вейка выдает семена в вальцовый станок ВС-5 10. Оттуда семена поступают в бункер 12, а затем в пресс предварительного сжима масла 13. Пресс выдает жмых 14 и шрот 15. Шрот попадает в жаровню 16, а жмых — в сборный шнек 17. Шнек выдает жмых в бункер для жмыха 19. Жмых из бункера 19 поступает в насос для масла 20, который выдает масло в промежуточные сборники масла 22. Из сборников 22 масло поступает в шнек жмыха 23, который выдает жмых в фильтр 24. Жмых из фильтра 24 попадает в бак готовой продукции 25. Жмых из бака 25 поступает в фильтр-пресс 26, который выдает жмых в лузга 11. Лузга 11 поступает в приемный бункер 1.

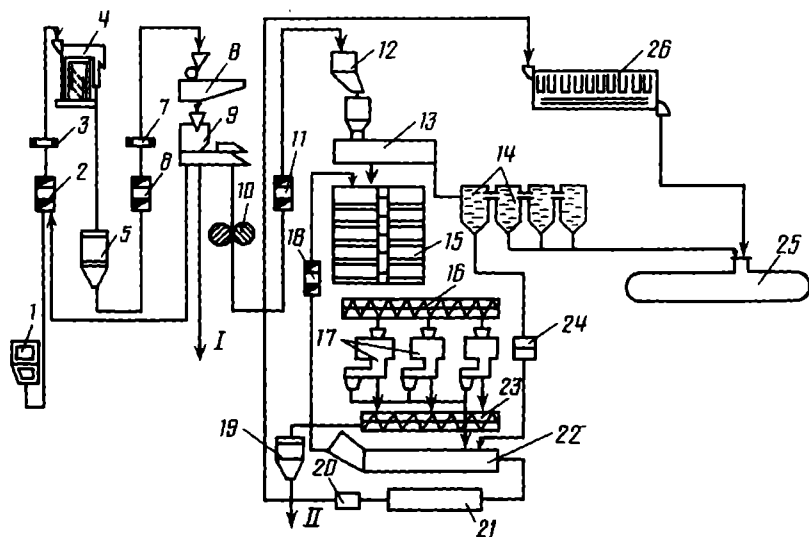


Рис. 61. Технологическая схема производства растительного масла прессовым способом:

1 — приемный бункер; 2, 6, 11, 18 — нории; 3, 7 — магнитные устройства; 4 — аспиратор; 5 — бункер семян, подготовленных к переработке; 8 — бичевая рушильная машина; 9 — аспирационная вейка; 10 — вальцовый станок ВС-5; 12 — бункер; 13 — пресс предварительного сжима масла; 14 — приемные баки; 15 — жаровня; 16 — сборный шнек; 17 — шнековые прессы; 19 — бункер для жмыха; 20 — насос для масла; 21 — улавливатель отстоя; 22 — промежуточные сборники масла; 23 — шнек жмыха; 24 — фильтр; 25 — бак готовой продукции; 26 — фильтр-пресс; I — лузга; II — жмых.

размещенный над бичевыми рушилными машинами 8, в которых ядра подсолнечника отделяют от лузги. Рушанку направляют в аспирационную вейку 9. Воздушным потоком, создаваемым вентилятором вейки, отделяется лузга. Ядро и сечка с небольшой примесью лузги (2...3 %) самотеком поступают в пятивальцовый станок 10. Измельченную массу (мятку) транспортером подают в бункер 12 пресса 13 предварительного съема масла. Здесь мятку увлажняют паром, подогревают до температуры 75...90 °С, подвергают сжатию. В результате происходит частичный съем масла, которое стекает в поддон пресса, где его предварительно очищают на вибростите.

Отгонным шнеком масло направляют в промежуточные сборники 22, откуда насосом подают в фильтры-прессы горячей фильтрации. Полуобезжиренную мятку из пресса предварительного съема направляют в пятичанную жаровню 15. Далее мезга поступает в сборный шнек 16, транспортирующий ее в зерные барабаны шнековых прессов окончательного съема масла.

Выделяемое масло, проходя через сито, поступает в сборник, размещенный под прессом. Из сборника масло поступает в промежуточный сборник, потом его пропускают через фузоловушку и при помощи насоса подают в специальный фильтр-пресс 26, затем в бак 25 готовой продукции. Экспеллерную ракушку, или жмых II, подают в шнек, который транспортирует ее в бункер.

В маслоцехах для получения рапсового, льняного и других растительных масел применяют малогабаритный шнековый пресс ПШМ-250, а также гидравлический пресс М8 МСП в агрегате с семенорушкой М-26-50, трехвальцовым станком и жаровней. Общая производительность агрегата достигает 75 т семян в сутки.

Масло вырабатывают и на межхозяйственных комбикормовых заводах с маслоцехами. Примером может служить Волновахский завод (Донецкая обл.). Производительность маслоцеха по семенам подсолнечника 5 тыс. т в год.

§ 3. Оценка качества растительного масла

Качество растительного масла оценивают по внешнему виду, физическим свойствам и химическому составу. Для определения качества масла в зависимости от размера производственной партии отбирают среднюю пробу, которую тщательно смешивают, и выделяют 0,5 л для анализов.

Пищевое растительное масло должно быть полностью прозрачным, светло-желтого цвета. Запах, цвет и прозрачность определяют при температуре масла около 20 °С. Для установления запаха масло наносят тонким слоем на стеклянную

пластинку или растирают на тыльной поверхности руки. Для определения цвета его наливают в стакан слоем не менее 50 мм и рассматривают в проходящем и отраженном свете на белом фоне. Чтобы определить прозрачность, масло (100 мл) наливают в стеклянный цилиндр и оставляют на 1 сут при температуре 20 °С. Отстоявшееся масло рассматривают как в проходящем, так и в отраженном свете на белом фоне. Масло считают прозрачным, если нет мути или взвешенных хлопьев (хлопковое — при отсутствии мути или взвешенных хлопьев только в верхней половине столба масла в цилиндре). Чтобы определить содержание влаги и летучих веществ, навеску (5 г) высушивают при температуре 105 °С до постоянной массы.

Качество масла характеризует и такой признак, как количество отстоя (нежировых примесей). Отстой в масле определяют взвешиванием и объемным способом. Первым способом устанавливают количество нерастворимых в петролейном эфире или легком бензине механических примесей (частиц, мятки, оболочек, клетчатки и т. д.). Вторым способом отстой определяют в 100 мл масла, налитого в цилиндр и оставленного на 1 сут при температуре 15...20 °С. Количество миллилитров осадка указывает процент отстоя по объему.

Один из важнейших признаков качества масла, характеризующих его пригодность в пищу, — кислотное число. Под ним подразумевают количество КОН, необходимое для нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в 1 г масла. Повышенное кислотное число свидетельствует о низком качестве сырья, порче его при хранении или продолжительном хранении масла.

Важную роль играет определение йодного числа. Оно указывает на количество граммов йода, которые полностью насыщают свободные связи в 100 г масла. Чем больше йодное число, тем выше содержание непредельных кислот в масле и тем лучшим сырьем оно станет для изготовления олифы (такое масло быстро высыхает на воздухе).

Число омыления также принадлежит к признакам, характеризующим качество масла. Под ним подразумевают количество миллиграммов КОН, необходимое как для омыления глицеридов (связанных жирных кислот), так и для нейтрализации свободных жирных кислот, входящих в состав 1 г масла.

Качество масла в значительной степени зависит от качества семян. Нарушение технологии выращивания масличных культур и приемов послеуборочной обработки (очистки и сушки), а также режимов хранения ухудшает качество семян и, как следствие, снижает выход и качество масла.

§ 4. Отходы производства растительного масла и их использование

При производстве растительного масла из семян масличных культур к отходам относят жмых и шрот. Льняной, конопляный и подсолнечный жмых представляет собой ценный концентрированный корм для сельскохозяйственных животных, его используют для производства комбикормов. В жмыхе содержится значительное количество белков и жира. Его химический состав зависит от вида семян и содержания масла в сырье, а также от способа производства масла (табл. 43). Шрот отличается более низкой масличностью, поэтому кормовые достоинства его ниже.

43. Физико-химические показатели жмыха

Показатель	Подсолнечный (обыкновенный)	Конопляный	Хлопковый	Льняной
Влажность, % (не более)	8	6...8	8...9	6...8
Сырой жир, % (не более)	7	8	8,5...9	7
Сырой протеин, % (не менее)	44	35	45	34
Зольные вещества, нерастворимые в 10 %-ной соляной кислоте, % (не более)	1,5	2	2	1,5
Лузга, или шелуха, % (не более)	15,5	—	13,5	—

Высококачественный жмых должен быть серого цвета разных оттенков от светлого до бурого (льняной), без постороннего запаха, горечи. Жмых, полученный после переработки семян арахиса, мака, кунжута, используют в кондитерском производстве. Так, из жмыха арахиса и кунжута вырабатывают халву. Из жмыха горчицы изготовляют порошок столовой горчицы.

Жмых и шрот хранят в сухом затемненном помещении. Свет и повышенная температура приводят к прогорканию масла, которое содержится в них.

Контрольные вопросы и задания. 1. Перечислите виды растительного масла. Как их используют? 2. Назовите способы извлечения масла из семян, дайте их краткую характеристику. 3. В какой технологической последовательности извлекают масло из семян? 4. Дайте краткую характеристику оборудования, используемого при различных способах извлечения масла из семян. 5. Какими способами рафинируют растительное масло? 6. Что вам известно о производстве растительного масла в сельском хозяйстве? 7. Назовите требования, предъявляемые к качеству растительного масла. 8. Как используют отходы производства растительного масла?

Раздел V

ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА

КАРТОФЕЛЯ, ОВОЩЕЙ И ПЛОДОВ

Глава 16

ОСНОВЫ ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ, ОВОЩЕЙ И ПЛОДОВ

§ 1. Картофель, овощи и плоды как объект хранения

Картофель, овощи, плоды и ягоды содержат от 60 (в чесноке) до 96 % (в огурцах) воды. По этому признаку их объединяют в группу сочных продуктов или растительного сочного сырья. Данная группа играет огромную роль в питании человека, а многие овощи и картофель — и в кормлении сельскохозяйственных животных. Кроме углеводов (сахаров, пектина и крахмала) и белков, в состав овощей и плодов входят различные вкусовые и ароматические вещества (органические кислоты, дубильные вещества, эфирные масла и т. д.), придающие приготовленной пище вкус и аромат, способствующие ее усвоению. Растительные сочные продукты — важный источник витаминов, а в отношении витаминов С, Р, В_с (фолиевой кислоты) — даже единственный. Отсутствие или недостаток хотя бы одного витамина: В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, В₁₂, В₁₅, В_с, Н, Р, U, А, D, Е, К — вызывает заболевание — авитаминоз или гиповитаминоз.

Плоды и овощи богаты минеральными веществами, в частности солями калия, уменьшающими способность тканей организма удерживать воду. Содержание зольных элементов в свежих овощах составляет (%): у кабачка 0,4; укропа 2,3; у гороха 2,8. В овощах и плодах относительно много клетчатки, поэтому они играют существенную роль в пищеварении как регуляторы двигательной функции кишечника. Некоторые овощи и плоды обладают специфическими лечебными свойствами. Однако энергетическая ценность этой группы продуктов невелика, она составляет (кДж): у огурцов 42, сельдерея 33, яблок 192, картофеля 347. Исключение составляют финики, их энергетическая ценность 1176 кДж (для сравнения: у булок городских 1063 кДж).

Современная наука о питании за основу принимает гармоничное сочетание разнообразной растительной и животной пищи в соответствии с потребностями организма, определяемыми возрастом и здоровьем человека, характером и условиями его труда. На одного человека в год требуется (кг): картофеля 110, овощей 122, бахчевых 31, плодов и ягод 106.

Овощи, плоды и картофель как объекты хранения изучены сравнительно хорошо. Разработаны теоретические основы хранения их в свежем виде. Главная причина, затрудняющая организацию хранения продуктов этой группы, — содержание в них большого количества воды, что усиливает интенсивность обмена веществ в клетках и тканях. Подавляющая часть воды находится в свободной подвижной форме и лишь $\frac{1}{5}$ ее — в связанном состоянии, что обуславливает не только усиленный обмен веществ, но и повышенную чувствительность продуктов к окружающей среде. Чтобы понизить интенсивность обмена веществ, картофель, овощи и плоды хранят при температуре, близкой к 0°C , то есть в условиях психроанабиоза.

Высокое содержание воды вызывает необходимость хранить их при повышенной относительной влажности воздуха (85...98 %), чтобы предупредить испарение, способствующее снижению тургора, увяданию и убыли массы. В увядших овощах и плодах резко снижается естественный иммунитет, и они подвергаются порче вследствие развития микроорганизмов.

На короткое или длительное хранение поступает около 60 видов овощей и более 40 видов плодов и ягод. Несмотря на большое внешнее разнообразие данных продуктов (по ботаническим родам, видам, разновидностям, сортам и качеству), их свойства как объектов хранения во многом сходны. Это позволяет применять общие принципы организации работы по уборке, обработке и подготовке к хранению.

Любая партия картофеля, овощей и плодов редко бывает однородной. Вместе с клубнями, корнеплодами и плодами в насыпь попадает то или иное количество примесей (листья, черешки, частицы почвы и т. п.). В каждой неотсортированной партии обычно содержатся поврежденные плоды, клубни, корнеплоды, кочаны и т. д. На продукции присутствует большое количество микроорганизмов. В период закладки на хранение среднее содержание микробных клеток на поверхности яблок составляет $4,49...9,69 \times 10^2$ на 1 г массы; на стенах и полу хранилища соответственно $10,03 \times 10^2$ и $2,36 \times 10^6$ на 1 см^2 ; в воздухе $2,96 \times 10^2$ в 1 м^3 . При движении транспорта в местах сортирования и фасования плодов и овощей численность микроорганизмов увеличивается более чем в 1000 раз. В некоторых случаях обсемененность микроорганизмами крупных ягод выражают не на грамм, а на 1 см^2 . Например, на поверхности ягод винограда через 1,5 мес хранения она достигает $2 \times 10^3...7,1 \times 10^5$ на 1 см^2 .

Картофель, овощи и плоды не укладывают плотно. Между ними всегда остаются промежутки (скважины). Воздух, находящийся в них, влияет на все компоненты и может отличаться от атмосферного по составу, температуре и влажности.

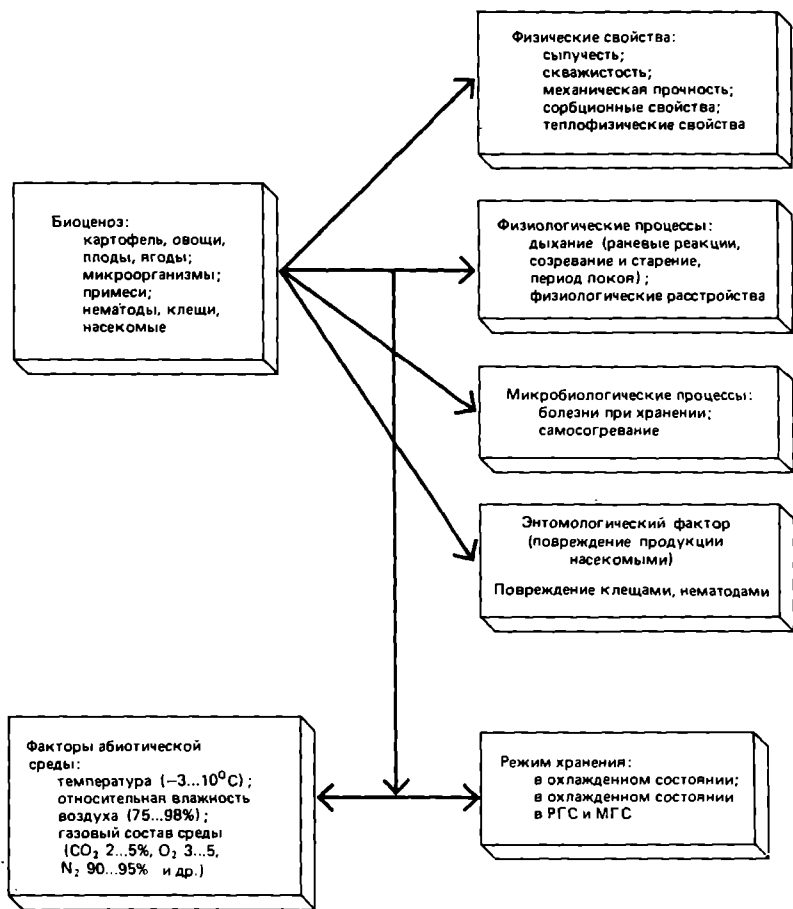


Рис. 62. Компоненты плодовоовощной продукции, ее физические свойства, физиологические и микробиологические процессы, факторы абиотической среды и режимы хранения.

В растительном сочном сырье, заложенном на хранение, иногда обнаруживают клещей (луковый, чесночный), нематод, классифицируемых по видам повреждаемых ими продуктов, и насекомых, чаще в стадии личинки: щелкуна (проволочника), семяеда, гусениц плодовой и др. Таким образом, партии картофеля, овощей и плодов представляют собой биоценоз (биологическое сообщество). В период хранения в них протекают физиологические, биохимические и микробиологические процессы (рис. 62).

§ 2. Физические свойства картофеля, овощей и плодов

Сыпучесть. По сравнению с зерном овощи, плоды и картофель обладают меньшей сыпучестью. Косточковые (вишня, абрикос, персик, слива) плоды более сыпучи благодаря округлой форме и гладкой поверхности, что используют при уборке и переработке. При закладке в бурты картофель и овощи укладывают по углу естественного откоса, который изменяется в пределах 40...45°. При загрузке хранилищ картофель и овощи через люки скатываются по наклонной поверхности только в том случае, если угол наклона ее более 40...50°, то есть превышает угол трения (табл. 44).

Если картофель и овощи перемещают по транспортной ленте, то ее устанавливают так, чтобы угол наклона был меньше, чем угол трения, иначе плоды и овощи скатываются с транспортера в обратном направлении. Максимальный наклон ленточного транспортера 18...24°, планчатого 33°.

Самосортирование. Проявляется при использовании механизированных средств загрузки хранилищ картофелем и овощами. Более крупные, с большей удельной массой кочаны, корнеплоды и клубни распределяются вблизи от места падения, мелкие перемещаются по насыпи дальше. При загрузке создаются участки насыпи с более мелкими клубнями, кочанами и с большим содержанием примесей, а следовательно, меньшей скважистостью и меньшей обеспеченностью воздухом. Предупреждают самосортирование предварительным сортированием или калиброванием клубней, корнеплодов, кочанов, плодов по форме и размеру. Очень важно очистить продукцию от примесей.

Скважистость. Запас воздуха в скважинах имеет большое значение для жизнедеятельности хранимых объектов. Присутствие воздуха, перемещающегося по скважинам, способствует передаче тепла конвекцией и перемещению влаги в виде пара в межклубневых, межкочанных пространствах. Благодаря скважистости используют такой современный технологический прием, как активное вентилирование, или вводят в продукты газ либо пары различных отравляющих веществ для обеззараживания (дезинфекции или дезинсекции). Высота загрузки хранилищ

44. Сыпучесть овощей и картофеля, характеризуемая углом трения (град.)

Продукция	Деревянный настил	Транспортная лента	Железный лист	Цементная плита
Картофель	21...24	22...26	21...23	24...29
Морковь	28...33	31...35	27...32	35...40
Свекла	23...27	25...28	23...25	25...30

зависит от вида продукции, формы, размеров, особенностей поверхности, наличия примесей. Скважистость с увеличением высоты загрузки уменьшается.

Присутствие в продуктах почвы, листьев и т. д. резко снижает скважистость и увеличивает сопротивление потоку воздуха при активном вентилировании.

Для большинства овощей скважистость находится на уровне 45...55 %. По многим продуктам она довольно постоянна, если удалены примеси. Так, скважистость в партии картофеля составляет 42...45 % (при средней массе клубней 50...125 г), свеклы 50...55, моркови 51...53 %. Чем больше скважистость, тем меньше объемная масса. Например, у картофеля она колеблется в пределах 630...700 кг/м³, свеклы 500...650, у моркови 550...580 кг/м³. При составлении плана размещения массы продукции P (кг) в секциях хранилищ учитывают ее объемную массу ρ (кг/м³):

$$P = V\rho; V = P/\rho,$$

где V — объем секции, м³.

Механическая прочность. Характеризуется удельным сопротивлением клубней, корнеплодов, кочанов, плодов вдавливанию штампа площадью 1 см² и выражается в килограммах на квадратный сантиметр. Ее характеризуют также усилием на раздавливание (сжатием между двумя пластинами). Удельное сопротивление зависит от прочности структуры объекта, его размера и массы. Так, у картофеля оно колеблется в пределах 17...25 кг/см². Усилие на раздавливание также зависит от размера и массы клубней и составляет 30...98 кг.

Крупные клубни травмируются сильнее, чем средние и мелкие. Степень повреждения картофеля и овощей обуславливается не только величиной механического воздействия, но и их чувствительностью к повреждениям, характером и прочностью кожицы. У картофеля сорта Темп покровные ткани более прочные, чем у сорта Огонек, поэтому он повреждается в два раза меньше при одних и тех же воздействиях. Трещины на картофеле и овощах появляются при ударах о конструкции машин во время уборки и сортирования или при падении с большой высоты в период загрузки. Иногда трещины у клубней возникают во время вегетации из-за неравномерности роста, что не связано с механическими повреждениями.

Установлена предельная высота падения, превышение которой приводит к повреждениям (табл. 45). Снижению механических повреждений способствуют: применение специализированных транспортных средств; использование транспортеров, выгрузной конец которых меняет высоту по мере накопления емкости, и вставных полос из прорезиненного полотна, гасящих удар;

45. Предельная высота падения (мм) овощей и картофеля (по данным Н. Н. Колчина)

Продукция	На металлические прутки	На слой клубней и овощей
Картофель свежий продовольственный	100...200	300
Морковь столовая	100...300	300...400
Свекла	200...400	400...500
Лук (вызревшие луковичы)	500...1000	1000...1500

покрытие лопастей, прутков сортировальных машин слоем резины или пластмассы, смягчающих удары.

Механическая прочность в значительной степени предопределяет высоту насыпи продуктов при хранении. Учитывая ее в комплексе с физиологическими свойствами клубней, считают, что высота насыпи картофеля при загрузке в современных хранилищах не должна превышать 5...6 м. Давление на 1 м² стены секции хранилища резко изменяется с увеличением высоты насыпи (кг/м²): при высоте насыпи картофеля 1 м — 75; 3 — 675; 4 м — 1200.

Сорбционные свойства (испарение и отпотевание). Масса клубней, плодов и овощей при транспортировании и хранении уменьшается главным образом в результате испарения влаги. Большие размеры клеток и межклетников, незначительная толщина верхнего кутинизированного слоя клеток, слабая влагоудерживающая способность цитоплазмы (вследствие малого содержания белков и других коллоидов), большая удельная поверхность* способствуют быстрому испарению влаги и потере тургора (увяданию) овощей и плодов при низкой влажности воздуха в хранилищах или окружающей среде. При одинаковых внешних условиях интенсивность испарения тем выше, чем больше удельная поверхность объектов. Поэтому из мелких клубней, плодов и овощей одного и того же вида и сорта при прочих равных условиях влаги испаряется больше, чем из крупных.

Максимально допустимая потеря воды, при которой продукты теряют товарный вид, составляет (%): у салата листового, брокколи, моркови в пучках с листьями 3...4; земляники, малины, смородины, свеклы и турнепса в пучках с листьями, гороха и фасоли в бобах 5...6; у моркови и свеклы (корнеплодов для хранения), капусты белокочанной, картофеля, перца зеленого, томатов 7...8. Чем больше дефицит влажности, то есть суше воздух, больше скорость его движения, тем быстрее теряется влага, снижается качество сочной продукции при хранении. Для основных видов плодов и овощей в хранилищах поддер-

* Поверхность, приходящаяся на 1 г продукта.

живают влажность воздуха 90...95 %, для листовых и пучковой продукции 96...98 %. Исключение составляют репчатый лук и тыква, кабачки-цукини, они лучше сохраняются при влажности воздуха 70...75 %.

Часто высокая относительная влажность воздуха в хранилище приводит к отпотеванию продукции, что влечет за собой большие потери из-за микробиологической порчи.

При наличии капельно-жидкой влаги создаются благоприятные условия для внедрения фитопатогенов в ткани продукта и, как следствие, распространение болезней хранения (плесневение, гниение, бактериозы). На сухой и здоровой поверхности овощей и плодов споры фитопатогенов лишены возможности прорасти и развиться.

Отпотевание происходит при градиенте температуры в массе продукции, заложеной на хранение (рис. 63). Если температура в хранилище опускается ниже точки росы, то происходит отпотевание. Показатели точки росы приведены в таблице 46.

Для предупреждения отпотевания объектов и их порчи применяют активное вентилирование. При отсутствии установок продукты укрывают стружками, рогожами, соломой и другими теплоизоляционными материалами, обладающими большой гигроскопичностью. Конденсационную влагу, оседающую на покрытие, удаляют вместе с ним.

Овощи и картофель хранят с применением вермикулита

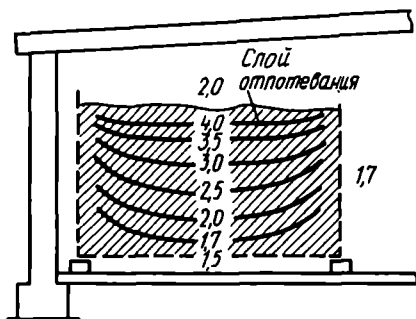


Рис. 63. Изменения температуры в штабеле картофеля высотой 1,7 м при хранении с естественной вентиляцией, °С.

46. Точка росы при понижении температуры в хранилище

Температура, °С	Относительная влажность воздуха, %									
	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98
-2	2,3	2,4	2,2	1,9	1,6	1,3	1	0,8	0,5	0,2
-1	2,9	2,4	2,2	1,9	1,6	1,3	1	0,8	0,5	0,2
0	2,9	2,4	2,2	1,9	1,7	1,3	1,1	0,8	0,5	0,2
1	3	2,6	2,3	2	1,8	1,4	1,2	0,9	0,6	0,3
2	3,1	2,8	2,4	2,1	1,9	1,5	1,2	0,9	0,6	0,3
3	3,3	3	2,4	2,2	1,99	1,5	1,2	0,9	0,6	0,3
4	3,3	3	2,4	2,2	2	1,6	1,2	0,9	0,6	0,3
5	3,4	3	2,6	2,2	2	1,6	1,3	0,9	0,6	0,3

(1...3 % массы продукта). Материал биостерилен, обладает малой теплопроводностью и высокой пористостью, хороший сорбент. Вспученный вермикулит может быть регулятором газовой среды, удалять вредные продукты анаэробного дыхания (ацетальдегид, этиловый спирт и др.) адсорбцией их на своей поверхности. Кроме того, вермикулит адсорбирует конденсат, почти неизбежный при навалном (россыпью) способе хранения. Вермикулит способствует созданию благоприятного микроклимата в массе овощей и картофеля, способствует увеличению выхода стандартной продукции и снижению убыли массы.

Подверженность замерзанию. В основном овощи и плоды замерзают в пределах температуры от $-0,5$ (огурцы, томаты) до -3 °С (свекла, морковь и др.), что крайне ограничивает возможность сохранения продуктов в свежем виде.

В начале замерзания в лед превращается вода, содержащаяся в межклеточных пространствах, затем вода, находящаяся в клетках. Отдельные части объекта также замерзают при разных температурах. Верхушечная почка кочана капусты замерзает при температуре $-0,8...-1,1$ °С, белые листья при $-2...-4$, кочерыга при $-1,5...-1,8$ °С. Наружные зеленые листья даже после воздействия температуры $-5...-7$ °С «отходят». Кочерыга охлаждается в полтора раза быстрее, чем боковая часть кочана, где между листьями существуют воздушные промежутки. При оттаивании менее чувствительная часть кочана «отходит», а поврежденная верхушечная почка, блокированная также замороженной кочерыгой, отмирает и разлагается, образуя так называемый тумак. Температура овощей, плодов и картофеля изменяется тем быстрее, чем больше разница между их температурой и температурой окружающей среды, а также чем быстрее движение воздуха и чем они мельче по размеру.

Плоды и овощи, хранящиеся россыпью или в мелкой таре, охлаждаются значительно быстрее, чем при хранении толстым слоем или в крупной таре. Яблоки, упакованные без оберток, охлаждаются быстрее, чем с обертками. Некоторые овощи и плоды длительный срок выдерживают температуру немного ниже 0 °С (например, капуста белокочанная и краснокочанная -1 °С, лук репчатый $-3...-1$ °С). Яблоки сортов Кандиль синап, Заильское, Северный синап, Пепин шафранный, груши сортов Вильямс летний, Любимица Клаппа, виноград столовый некоторых сортов хранят при температуре -1 °С. Охлаждают продукцию быстро, в течение 2 сут. По окончании загрузки в камеру температуру воздуха доводят до заданного режима. Отопляют овощи и плоды после хранения при отрицательных и низких положительных температурах, обязательно постепенно, за 5...30 сут. Это необходимо во избежание физиологических расстройств (потемнение мякоти плода). Отопление проводят

атмосферным воздухом и считают законченным, когда температура продукции становится лишь на 4...5 °С ниже дневной температуры атмосферного воздуха. Прием отепления продукции после хранения называют дефростацией.

При подмораживании овощи и плоды темнеют, изменяют вкус: одни приобретают сладкий привкус (картофель, яблоки), другие — запах прелого сена, затхлый. Подобные изменения обуславливаются деятельностью гидролитических ферментов, которые не разрушаются при низких температурах. Они гидролизуют сложные вещества (гликозиды, крахмал) до более простых — сахаров. Этим объясняется, что замороженная брусника, рябина, дикие яблоки становятся сладкими. Протопектин после оттаивания гидролизует до растворимого пектина, вследствие чего плоды становятся мягче.

Дубильные вещества в присутствии ферментов окисляются до флорафенов, поэтому замороженные яблоки при оттаивании буреют. Гидролитическая активность особенно возрастает после размораживания. Таким образом, нельзя допускать случайного подмораживания продукции, так как это приводит к резкому снижению качества. Лишь при специальном быстром замораживании овощей и плодов низкими температурами (—40...—36 °С) сохраняется качество продукции. Такое консервирование распространено в пищевой промышленности, где используют морозильные установки.

Теплофизические свойства. Овощи, плоды и картофель обладают плохой тепло- и теплопроводностью. Они очень медленно охлаждаются и так же медленно нагреваются. Интенсивность данных процессов замедляется и вследствие высокой скважности хранимых объектов, так как воздух — плохой проводник тепла. Для примера укажем, что коэффициент теплопроводности картофеля, моркови, капусты и свеклы равен 0,34...0,52 Вт/(м·°К), а коэффициент теплопроводности тех же культур — $12,24 \cdot 10^{-8}$... $18,04 \cdot 10^{-8}$ м²/с.

Вследствие плохой тепло- и теплопроводности указанных объектов тепло, выделяемое всеми живыми компонентами массы овощей, плодов и картофеля, аккумулируется в ней, при этом активизируется микрофлора и возникает самосогревание, приводящее к частичной или полной потере качества продукции. Теплофизические свойства овощей, плодов и картофеля учитывают при хранении в условиях активного вентилирования для расчета параметров хранилищ и скорости охлаждения продукции. Хранение овощей, плодов и картофеля с учетом их физических свойств позволяет значительно сократить потери и сохранить качество продукции.

§ 3. Физиологические и биохимические процессы, происходящие в картофеле, овощах и плодах при хранении

Дыхание. В тканях овощей, плодов и картофеля при дыхании происходят те же процессы, что и в зерне, но интенсивность дыхания в них намного выше. Однако в пределах рассматриваемой группы продуктов интенсивность дыхания различна и зависит от рода, вида, разновидности, сорта, степени зрелости, наличия механических и других повреждений, условий окружающей среды (температуры, относительной влажности и газового состава воздуха). При хранении моркови за 6 мес расход органических веществ на дыхание составляет 2,1 %, а при хранении картофеля в течение 8 мес только 0,74 %. За 1 ч 1 кг моркови поглощает кислорода 16,1 мг и выделяет диоксида углерода 17,3 мг; то же количество картофеля соответственно 9,4 и 10,1; лимонов соответственно 3,3 и 4,4 мг.

Дыхательный коэффициент у всех продуктов несколько выше единицы, что указывает на наличие анаэробного процесса (особенно в семечковых и цитрусовых плодах). В процессе дыхания выделяется много тепла. Тепловыделение овощей (капусты, моркови, лука) и картофеля составляет 1008...3780 кДж/(т·сут). Количество выделяющегося тепла зависит от вида заложенной на хранение продукции и сезона хранения. Например, тепловыделение у капусты белокочанной осенью составляет 1680...3780 кДж/(т·сут), весной 1470...3360, зимой 1218...1470 кДж/(т·сут). У моркови и лука оно несколько ниже, а у картофеля еще меньше. Вот почему в осенний период легче охладить картофель и труднее капусту.

Значительно и количество влаги, выделяемое овощами, плодами и картофелем в процессе дыхания и испарения, оно составляет 170...800 г/(т·сут), существенно изменяясь в зависимости от вида продукции и сезона хранения. Выделяемые при дыхании тепло, влага и диоксид углерода следует рассматривать как суммарный результат жизнедеятельности клубней, корнеплодов, кочанов, плодов и находящихся на них микроорганизмов.

Интенсивность дыхания у разных сортов неодинакова. Интенсивность дыхания яблок сорта Кальвиль на 15 % ниже, чем сорта Бойкен, и на 20 % выше, чем сорта Ренет Симиренко. Даже отдельные ткани одного и того же органа дышат по-разному. Например, у цитрусовых плодов ткани кожуры дышат в восемь — десять раз интенсивнее, чем ткань мякоти.

На интенсивность дыхания влияют многие причины. У плодов и овощей наиболее интенсивное дыхание отмечается в первые дни после уборки, что связано с их реакцией на отделение

47. Интенсивность дыхания [CO₂ мг/(кг·ч)] механически поврежденного картофеля

Клубни	Март			
	2	4	6	8
Целые	3,1	4	3,5	3,1
Разрезанные пополам	4,6	5,7	4,4	4,8
» на три части	5,3	5,9	5,5	5,5

от материнского растения. Яблоки в первый день после съема дышат в два раза интенсивнее, чем через пять дней. Картофель дышит интенсивнее после уборки, затем этот процесс падает (период физиологического покоя) и к весне вновь возрастает. У некоторых плодов (яблоки, груши, сливы, персики, абрикосы и др.) резкий подъем интенсивности дыхания наблюдается в начале фазы дряхления (старения), называемой климаксом или климактерической точкой дыхания, после чего процесс вновь понижается. Не имеют климактерического периода лимоны, апельсины, грейпфруты, дыни, ананасы, огурцы, вишня, черешня, финики и земляника. При разрезании клубней интенсивность дыхания усиливается. Клубни, разрезанные на три части, дышат более интенсивно, чем разрезанные пополам (табл. 47). Данный уровень удерживается и в последующее время.

Многие факторы абиотической среды, в первую очередь температура, влияют на интенсивность дыхания. Однако при этом не наблюдается прямо пропорциональной зависимости, как в обычных химических реакциях, когда с повышением температуры на 10 °С скорость реакции возрастает в два раза. При повышении температуры от 0 до 10 °С интенсивность дыхания апельсинов возрастает в пять раз, а от 5 до 15 °С — только в два раза. Еще слабее возрастает дыхание при повышении температуры от 10 до 20 °С. Влияние температуры на интенсивность дыхания различных видов продукции приведено в таблице 48.

Данные изменения дыхания картофеля во время хранения представлены на рисунке 64. Стрелкой указано начало роста ростков.

Колебания температуры в процессе хранения также влияют на интенсивность дыхания, чаще всего усиливая его. Влажность воздуха косвенно влияет на интенсивность биохимических процессов, в том числе и на газообмен при дыхании. Пониженная влажность воздуха в картофеле-, овоще- и плодохранилищах приводит к увяданию заложенной продукции, потере клетками ткани тургора и увеличению интенсивности дыхания.

48. Зависимость интенсивности дыхания плодов и овощей от температуры хранения (по данным В. Г. Сперанского, А. Н. Белорецкой и Д. И. Жуковского)

Температура хранения, °C	Интенсивность дыхания, CO ₂ мг/(кг·ч)	Температура хранения, °C	Интенсивность дыхания, CO ₂ мг/(кг·ч)
<i>Яблоки</i>		<i>Свекла</i>	
0	6,84	1	5,58
18	47,45	5	11,48
30	155,5		
<i>Виноград</i>		<i>Картофель</i>	
0	1,57	0	5,7
30	48	5	4,2
		10	5,2
		15	9,5
		20	18,2
1	5,43		
5	7,20		

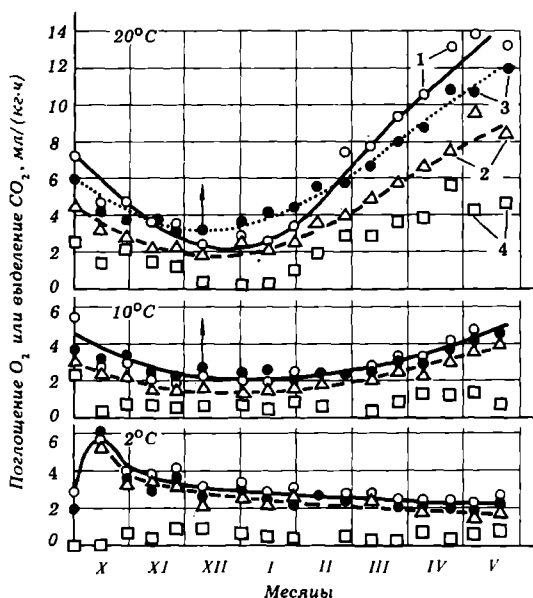


Рис. 64. Дыхание зрелых клубней во время хранения при температуре 2, 10 и 20°C (по данным У. Г. Бэртон):

1 — поглощение O₂ в воздухе; 2 — поглощение O₂ в атмосфере с 5%-м содержанием O₂; 3 — выделение CO₂ на воздухе; 4 — разница между поглощением O₂ на воздухе и в атмосфере с 5%-м содержанием O₂.

Существенно отражается на интенсивности дыхания состав воздуха. Снижение содержания кислорода и увеличение количества диоксида углерода подавляют дыхание в клетках тканей плодов и овощей, замедляют процесс старения и увеличивают срок хранения.

Режимы хранения в регулируемой газовой среде (РГС) и модифицированной газовой среде (МГС) получили широкое теоретическое обоснование и внедряются в практику хранения семечковых и цитрусовых плодов и других продуктов. В отсутствие кислорода невозможны ни аэробное дыхание, ни связанные с ним метаболические процессы; не поддерживается целостность мембран клеток. При содержании кислорода 1 % и температуре 10 °С картофель сохраняется в течение нескольких недель без видимых повреждений. Это указывает на большую пластичность клубней и способность выдерживать условия анаэробноз. Избыток кислорода приводит к кислородному отравлению. Оно выражается в гибели клеток на отдельных участках клубней, хранящихся четыре-пять недель в атмосфере с 50 %-м содержанием кислорода, весь клубень отмирает при количестве кислорода 80 %.

Нормальный уровень наличия в атмосфере диоксида углерода 0,03 %. Полное его удаление не влечет отрицательных последствий. Увеличение количества диоксида углерода в атмосфере смещает метаболическое равновесие, тормозит процесс старения, замедляет разрушение хлорофилла и размягчение плодов. При 15...20 %-й концентрации диоксида углерода клубни подвергаются распаду и загнивают, а при 10 %-й подобные процессы не наблюдаются. При 2...4 %-м содержании диоксида углерода отмечается стимуляция роста проростков, а при 7...10 %-м — стимулирующее действие снижается.

С дыханием тесно связаны лежкость и устойчивость к болезням хранящихся овощей, плодов и картофеля. Наблюдается взаимосвязь дыхания и раневых реакций у картофеля и корнеплодов. Дозревание и старение плодов, период покоя и начало прорастания клубней, луковиц, корнеплодов и кочанов также связаны с процессом дыхания.

Раневые реакции. На свежесобранных клубнях механические повреждения довольно быстро зарубцовываются, и на месте повреждения образуется раневая перидерма. Она возникает и у корнеплодов батата, ямса. У апельсинов происходит лигнификация.

Лучше всего раневая перидерма образуется при температуре 18...20 °С, относительной влажности воздуха около 95 % и свободном доступе кислорода. Раневая перидерма формируется плохо, если температура ниже 10 °С, относительная влажность воздуха менее 80 %, а содержание кислорода в воздухе ниже 10 %.

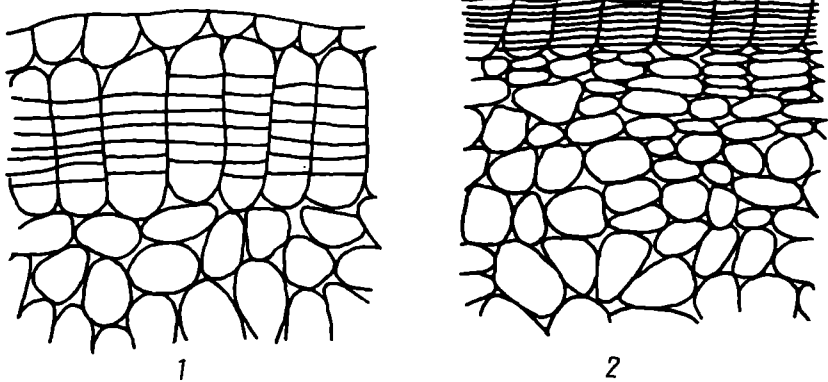


Рис. 65. Раневая (1) и естественная (2) перидермы клубня.

Под поврежденными паренхимными клетками многослойная раневая перидерма образуется через пять — семь дней (рис. 65). Оболочки верхних рядов клеток (феллемы) так же, как и паренхимных клеток, расположенных над перидермой, пропитываются суберином. Наиболее многослойная и неравномерная по форме раневая перидерма образуется в зоне сосудистых пучков. В зоне внутренней флоэмы клеточные деления наиболее равномерны и упорядоченны. Очень слабая раневая перидерма в тканях сердцевины клубня. В природных условиях пропитывание целлюлозных оболочек суберином и образование перидермы происходят одновременно.

Достаточно мощный слой пропитанных суберином клеток даже при отсутствии перидермы в какой-то мере также препятствует проникновению микроорганизмов в клубень. При заживлении поранений появляется не только механический, но и химический барьер. В зоне поражения образуются антибиотические вещества, способные подавить развитие микроорганизмов.

Вещества, возникающие в растительных клетках после соприкосновения с паразитом или с выделенными им ферментами и другими соединениями, названы **фитоалексинами**. Чем быстрее и в большем количестве они образуются, тем более устойчив данный сорт к фитопатогенным микроорганизмам. В картофеле обнаружены два фитоалексина: **ришитин** ($C_{14}H_{22}O_2$) и **любимин** ($C_{15}H_{24}O_2$), обладающие высокой фунгитоксичностью. По мере хранения способность клубней продуцировать фитоалексины падает, что снижает их устойчивость к болезням.

Дыхание поврежденных тканей картофеля в ответ на поранение не только усиливается, но и качественно меняется. Как в раневой, так и в приранево́й зонах на 20 % увеличивается содержание нуклеиновых кислот и белков. Часть вновь образующихся бел-

ков обладает ферментативным действием. Данные процессы наиболее интенсивно протекают в свежесобранных клубнях.

Раневые реакции у корнеплодов моркови проходят в течение десяти дней при температуре 10...12 °С и влажности воздуха 90...95 %. При таких же условиях идут раневые реакции у корнеплодов свеклы.

Созревание и старение. Наибольшей пищевой и вкусовой ценностью плоды и овощи обладают при определенной степени созревания. Дальнейшее хранение их в свежем виде приводит к старению и ухудшению качества. У большинства плодов и овощей различают следующие степени зрелости: съемную, техническую (или технологическую), потребительскую.

При съемной степени зрелости плоды и овощи, вполне развившиеся и сформировавшиеся, способны после уборки дозреть и достигнуть потребительской зрелости. При технической степени зрелости они достигают оптимальных технологических свойств для переработки на определенные продукты. При потребительской степени зрелости овощи и плоды достигают наиболее высокого качества по внешнему виду, вкусу и консистенции мякоти. При первой степени зрелости плоды готовы к съему, упаковке, отправке на дальнейшее расстояние и закладке на хранение. Вторая степень характеризует готовность продукции для технологической переработки, третья — для использования в свежем виде. Переход от первой степени зрелости ко второй отмечается изменениями структуры и химического состава веществ, отложенных в плодах.

У некоторых видов продукции степени зрелости совпадают по времени. К ним относятся виноград, вишня, арбузы, мандарины, апельсины. У большинства плодов от съемной до потребительской зрелости проходит несколько дней, а иногда и месяцев. У яблок летних сортов потребительская зрелость наступает непосредственно на дереве или через несколько дней после съемной зрелости. Яблоки и груши осенних и зимних сортов, абрикосы, персики, хурму, лимоны, дыни, томаты, предназначенные для транспортирования и хранения, собирают в съемной зрелости. Преждевременная уборка семечковых плодов приводит к недобору урожая, сморщиванию плодов во время хранения, ухудшению окраски и несвойственному сорту вкусу. При запаздывании с уборкой резко сокращаются сроки хранения плодов, усиливаются физиологические заболевания.

При определении съемной зрелости яблок и других семечковых плодов учитывают не один показатель, а совокупность их, и прежде всего основную окраску кожицы, а также семян, плотность мякоти, склонность к предуборочному опадению, содержание и локализацию крахмала по йодкрахмальной пробе, число дней от цветения до созревания. Поскольку метеорологические

условия влияют на формирование плодов, то учитывают и сумму температур от конца цветения до оптимального срока съема, гидротермический коэффициент. Самую длительную лежкость и меньшие потери отмечают при хранении плодов, снятых в оптимальные для каждого сорта сроки, когда они приобретают характерные для сорта качества и обладают максимальной устойчивостью против микробиологических и физиологических заболеваний.

Для определения срока съема яблок используют йодкрахмальную пробу. Сущность метода состоит в том, что распад крахмала начинается около семян и идет от центра к кожнице. Чем больше крахмала на срезе плода, тем больше он окрашивается в темно-синий цвет (реакция крахмала на йод). Для приготовления реактива в дистиллированной воде (0,5 л) растворяют (г): йодистый калий 10...15, кристаллический йод 5. Раствор йода тонким слоем наливают в чашку Петри или в блюдо. Яблоко разрезают на две части вдоль, а одну из них еще поперек. Половину и четверть плода срезом вниз помещают в раствор йода на 8...10 с, затем просушивают 4...5 мин (срезом вверх). За данное время под воздействием йода крахмал окрашивается в черно-синий цвет. Содержание крахмала в плодах выражают в баллах: 5 — весь срез окрашен; 4 — светлые участки у плодоножки и вокруг семенного гнезда; 3 — светлые участки за пределами сердечка; 2 — большая часть мякоти не окрашена; 1 — слабое окрашивание под кожницей; 0 — синяя окраска отсутствует.

Изменение окраски. Возникает в результате разрушения хлорофилла, синтеза каротиноидов и пигментированных фенольных соединений, таких как антоцианы (синие, красные). Основной пигмент спелого красного томата — ликопин, красного перца — капсантин, апельсина — виолаксантин. Каротиноиды могут синтезироваться в темноте, но не в отсутствие кислорода. Кислород, этилен и повышенная температура стимулируют данный процесс.

Антоцианы обычно присутствуют в эпидермальном слое плодов. Они локализованы в вакуолярном соке и представляют собой β -гликозиды антоцианидинов. Синтез антоцианидинов зависит от света, их концентрация в кожнице яблок различных сортов варьирует от 0,1 до 2,16 мг/л (на сырую массу). Цианидин преобладает в спелых плодах.

Изменение консистенции. Прочность структуры плодов в процессе созревания и хранения уменьшается. Установлены критические параметры удельного сопротивления для хранения плодов. Например, при удельном сопротивлении 75...80 г/мм² яблоки сорта Пепин шафранный целесообразно снимать с хранения, так как после этого они начинают гнить.

У всех плодов по мере созревания часто усиливается аромат, изменяется окраска, улучшается вкус, они становятся более мягкими. Соответственно возрастает содержание растворимых пектиновых веществ вследствие гидролиза протопектина и других полисахаридов, скрепляющих клеточные стенки ткани плода.

Прочность яблок с кожицей (г/мм²) в фазе съемной зрелости (по данным Е. П. Франчук)

Коричное новое	287...360
Антоновка обыкновенная	280...427
Жигулевское	260...407
Победитель	380...513
Пепин шафранный	340...480
Северный синап	420...493

В таблице 49 приведены данные оптимального срока съема яблок некоторых сортов по различным показателям. При созревании изменяется структура плодов, повышается активность полигалактуроназы и пектинэстеразы.

Яблоки зимних сортов лучше всего сохраняются, если содержание крахмала составляет 3...4 балла. Задержка загрузки плодов в холодильник на 24 ч при температуре 18...20 °С сокращает срок хранения на 10...15 сут.

Число дней от конца цветения до съема (возраст плодов) — сравнительно постоянный показатель для помологических сортов, несмотря на различия метеорологических условий по годам. Так, для яблок сорта Антоновка обыкновенная в средней зоне данный период составляет 102...113, в Белоруссии 110...116 дней. Для плодов позднезимних сортов (Северный синап, Ренет Симиренко) — 122...140 дней. В каждой зоне срок съема по числу дней от конца цветения для каждого помологического сорта устанавливают опытным путем. Сумма температур от конца цветения — также хороший ориентир для установления оптимального срока съема. В средней зоне для яблок осенних сортов она составляет 1300...1600, для зимних 1800...2450 °С.

Срок от полного цветения до созревания и продолжительность хранения плодов тесно взаимосвязаны с погодными условиями вегетационного периода и зависят от температуры воздуха

49. Показатель оптимального срока съема яблок в Московской области

Сорт	Окраска		Содержание крахмала, балл	Срок от цветения до оптимального съема, сут
	кожицы	семени		
Мелба	Светло-зеленая (салатная)	Окрашено $1/2...3/4$	3...4	92...98
Осеннее полосатое	Нехарактерный показатель	Все семя светло-коричневое	3	118...126
Антоновка обыкновенная	Светло-зеленая (салатная)	То же	3	112...122
Пепин шафранный	Беловатая	Начало побурения	3	128...130

и условий увлажнения. Эту зависимость выражают гидротермическим коэффициентом (ГТК), который определяют отношением суммы осадков за период от цветения до съема урожая к сумме температур в данное время и затем умножают на 10. Яблоки сортов Антоновка обыкновенная, Осеннее полосатое, Пепин шафранный дольше хранятся только при оптимальном режиме увлажнения (ГТК 1,4...1,8), что соответствует среднемуголетнему ГТК 1,5...1,65. Недостаток влаги (ГТК < 1,3), так же как и избыток (ГТК > 1,95), приводит к резкому сокращению срока хранения плодов, большому повреждению их различными физиологическими заболеваниями (пухлости, побурению мякоти).

Через 3 мес после цветения по ГТК не только определяют режимы хранения плодов, но и прогнозируют сроки съема яблок, предназначенных для более длительного хранения. Чем меньше величина ГТК за 90 дней после цветения (многолетний ГТК 1,5...1,6, а колебания составляют 0,4...1,9), тем раньше снимают плоды для длительного хранения. Запаздывание с уборкой в очень сухой год даже на одну неделю снижает продолжительность хранения на три-четыре недели.

Увеличение в плодах кальция улучшает их лежкость. Подвой в значительной степени влияет на размер, окраску и лежкость яблок. На слаброслых подвоях плоды созревают раньше, они крупнее и хранятся меньше, чем яблоки со среднерослых и сильнорослых деревьев.

Предварительное охлаждение в полевых условиях плодов и ягод до температуры 4 °С замедляет процессы послеуборочного дозревания. При этом интенсивность дыхания за период предварительного охлаждения и последующего хранения (до 1 сут) снижается в среднем в 3,5 раза. При предварительном охлаждении интенсивность дыхания винограда уменьшается в три раза, земляники в пять, яблок в два раза. Предварительное охлаждение снижает убыль массы плодов и ягод в два-три раза за период от сбора до транспортирования. При транспортировании персиков, предварительно охлажденных до температуры 4 °С, потери от убыли массы уменьшаются в 1,6 раза, а от порчи в четыре—восемь раз по сравнению с неохлажденными плодами.

Для полевых условий разработана технология предварительного охлаждения и краткосрочного хранения плодов и ягод. Созданы и технические средства — передвижное плодохранилище ФХ-80П (рис. 66), представляющее собой мобильный комплекс. Он состоит из холодильной установки 1, размещенной на автоприцепе, резиноктаневого пневмохранилища 5, транспортируемого на автоприцепе в свернутом виде. Пневмохранилище соединяют с холодильной установкой резиноктаневыми воздухопроводами 3 и 4 и автоматически поддерживают в рабочем положении системой 6 воздухонакопления. Давление воздуха внутри

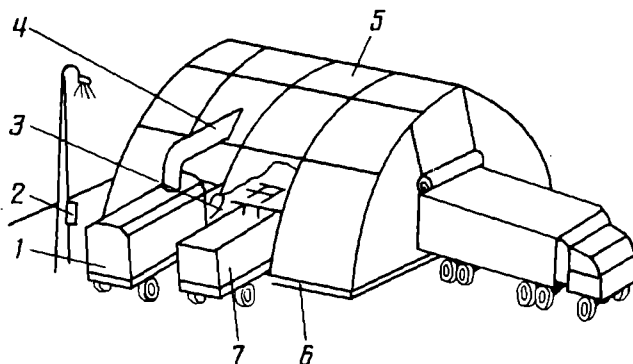


Рис. 66. Комплексное передвижное плодохранилище ФХ-80П: 1 — холодильная установка; 2 — кабель; 3 — воздухопровод возврата; 4 — воздухопровод подачи; 5 — пневматическое хранилище «Вымпел-12»; 6 — система воздухонакопления; 7 — транспортная установка.

хранилища атмосферное, электропитание от электросети. Монтируют хранилища за 4...6 ч.

Плоды загружают грузовыми пакетами. На поддонах ПО4 формируют по четыре ящика в горизонтальном ряду и по 7...14 в высоту. При одновременной полной или частичной загрузке хранилища сырьем пакеты укладывают в штабель у боковой стены, где расположены отверстия воздухопроводов, так как в данной зоне охлаждение более медленное. Далее формируют штабель у противоположной стены и в последнюю очередь — в середине хранилища. Расстояние от стен не менее 30, между штабелями 10 см. Вместимость хранилища составляет (т): семечковых плодов 35...60, косточковых плодов, ягод и винограда 30...32.

Предварительное охлаждение способствует сохранению энергетических запасов растительных тканей, необходимых для прохождения биологических процессов, в том числе связанных с образованием защитных веществ против возбудителей болезней. Оно задерживает дальнейшее размягчение растительных тканей плодов и ягод в связи со стабилизацией количества протопектина и водорастворимого пектина, не изменяется и содержание каротиноидов, титруемой кислотности, в большей мере сохраняется витамин С.

Биохимические изменения. Для большинства плодов характерно постепенное накопление сахаров, причем в плодах разных культур они неодинаковы по составу. В яблоках увеличивается содержание восков, изменяется состав красящих веществ, уменьшается количество хлорофилла и соответственно увеличи-

вается содержание каротиноидов. Один из характерных признаков созревания плодов — уменьшение наличия кислот. В соответствии с этим отношение сахар/кислота увеличивается. Уменьшение количества кислот связано не только с окислением их в процессе дыхания, но и с распадом при декарбоксилировании. Один из продуктов декарбоксилирования яблочной кислоты — ацетальдегид, который также подавляет активность дегидрогеназ и способствует побурению тканей плодов.

В процессе созревания образуются новые кислоты, например янтарная, присутствие которой в плодах свидетельствует о начале функциональных расстройств, внешне проявляющихся в побурении тканей. Возрастает также содержание этилена (C_2H_4). В перезревших томатах его больше в семь-восемь раз, в яблоках в десять раз по сравнению со зрелыми. Чем раньше образуется этилен, тем скорее развивается и завершается созревание. Этилен стимулирует дыхание, действует не только на перикарпий плода, но и на заключенные в нем семена. Он способствует распаду хлорофилла, благодаря чему зеленые плоды (томаты, мандарины, апельсины, лимоны, бананы и др.) приобретают свойственную им окраску, ускоряет наступление климактерического подъема дыхания, вслед за которым быстро происходит старение.

Специфическое действие этилена на плоды позволяет применять его для искусственного дозревания. Недозрелые плоды помещают в камеры с этиленом при температуре 20...22 °С до первых признаков созревания, далее они дозревают на воздухе. Для дозревания томатов в камеру вводят один объем этилена на 2000 объемов воздуха, для цитрусовых это соотношение равно 1:5000. После искусственного дозревания с использованием этилена устойчивость плодов к микроорганизмам снижается и они в большей степени подвергаются физиологическим заболеваниям.

Климактерический период характеризуется подъемом дыхания и меньшим потреблением кислорода. В этот период происходит новообразование белков, среди которых присутствуют ферментные, в частности декарбоксилирующие яблочную кислоту и в меньшей степени янтарную и α -кетоглутаровую. К ним относятся малатдегидрогеназа и пируватдегидрокарбоксилаза. В климактерический период возрастает окислительная активность митохондрий, что согласуется с новообразованием белков. Промежуточный продукт этого окисления — щавелево-уксусная кислота, которая в заметных количествах накапливается во многих плодах к концу хранения и в плодах с признаками функциональных расстройств. В постклимактерический период биосинтетические процессы прекращаются, а процессы распада усиливаются. Общее содержание азота в яблоках при хранении снижается. Это происходит как при свободном доступе воздуха, так и в

50. Изменение содержания азотистых веществ в яблоках сорта Ренет Симиренко (по данным Р. Я. Ципруш)

Плоды	Азот, %		
	общий	белковый	небелковый
До хранения	0,580*	0,405	0,175
	0,625	0,407	0,218
В обычной газовой среде	0,288	0,195	0,093
	0,368	0,236	0,132
В РГС (СО ₂ 5 %; О ₂ 3 %)	0,386	0,295	0,091
	0,486	0,381	0,105

* В числителе данные, полученные в южной зоне, в знаменателе — в Приднестровье.

РГС (табл. 50). Основные изменения происходят благодаря белковому азоту, количество которого при хранении в обычной газовой среде снижается на 40...50 %.

При закладке на хранение в яблоках сорта Ренет Симиренко присутствуют 15 аминокислот, среди которых наибольшее количество приходится на долю серина — 0,93 мг% и лизина — 0,48 мг%. В обычной газовой среде резко снижается содержание серина, метионина, валина, аланина, уменьшается наличие цистина, треонина, лейцина, совсем исчезают лизин и гистидин. Количество аспарагиновой и глутаминовой кислот, глицина, изолейцина, тирозина и фенилаланина несколько возрастает.

Важный этап диссимиляции аминокислот в процессе хранения — их дезаминирование: окисляясь, аминокислота образует соответствующую кетокислоту и аммиак. В результате дезаминирования возникают побочные продукты спиртового брожения, такие как кетокислоты. Последние в дальнейшем подвергаются окислительно-восстановительным превращениям, в результате которых образуются одноатомные спирты. Наряду с другими продуктами неполного окисления они придают яблокам специфические запах и вкус. Установлена тесная корреляция между снижением лейцина и нарастанием изоамилового спирта, снижением валина и увеличением изобутилового спирта, снижением глутаминовой кислоты и новообразованием к концу хранения янтарной кислоты. Подобные процессы усиливаются при функциональных расстройствах, ведущих к гибели плодов. Таким образом, несмотря на очень небольшое количество, азотистые вещества играют важную роль в мета- и кетоболизме (образовании кетокислот) яблок при хранении.

На примере капусты белокачанной и лука проследим за изменениями некоторых химических веществ при хранении. Количество аскорбиновой кислоты с октября по апрель в капусте

уменьшаются на 40 %, сухих веществ с 8,9...9,4 до 6,2...7,4, моносахаров с 4,1...4,6 до 2,3...2,8 %; дисахаров в феврале уже нет. К концу хранения снижается наличие катехинов, флавонов и горчичных масел. Аромат лука по мере хранения усиливается, что обусловлено повышением содержания пируват- и тиосульфата, определяющих это свойство. Через 40 дней их содержание составляет 75, через 6 мес 95 (мк·моль)/г сухого вещества.

Период покоя и способы предупреждения прорастания. Покой — определенный период в жизненном цикле растений, во время которого сильно понижена интенсивность многих физиологических процессов и отсутствует видимый рост. Продолжительность покоя — генетический признак сорта. Покой определяется не недостатком питательных веществ, а неспособностью меристематических тканей по тем или иным причинам использовать их для построения новых тканей и органов. Состояние покоя связано с особенностями фосфорного обмена. Меристематические ткани картофеля, находящиеся в состоянии покоя, характеризуются пониженным содержанием нуклеиновых кислот, и только с увеличением их до определенного уровня и с началом синтеза новой, информационной РНК становится возможным деление клеток и прорастание клубней. Биосинтезу нуклеиновых кислот, в свою очередь, предшествует образование ди- и трифосфатов нуклеозидов. Последние служат источником энергии и исходными соединениями для построения молекул нуклеиновых кислот.

Во время покоя под действием природных ингибиторов роста — веществ фенольной (кофейная кислота и скополетин) и терпеноидной (абсцизовая кислота) природы — блокируются некоторые биохимические процессы. У картофеля в покое находятся только меристематические ткани (глазки). Запасающие ткани в период покоя обладают более высокой потенциальной способностью активизировать биохимические процессы в ответ на механические повреждения или инфекцию. Вследствие этого свежесобранные клубни активнее образуют раневую перидерму и обладают более высокой устойчивостью к фитопатогенным микроорганизмам по сравнению с клубнями после хранения, когда период покоя закончен. Началом периода покоя считают время, когда клубни прекращают рост в длину.

В клубнях обнаружены фитогормоны: ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизовая кислота и этилен. Гиббереллины — стимуляторы роста, распространенные в природе (дитерпеноидные кислоты). Обнаружено более 50 гиббереллинов, они повышают активность некоторых ферментов и индуцируют их синтез (β -амилазы и протеазы в прорастающих зернах), стимулируют образование мембран, рост стеблей многих растений и прерывают покой почек картофеля. Абсцизовая кислота — терпеноид-

ный ингибитор роста, также распространенный в природе. Она индуцирует покой семян, снимает эффекты, вызываемые гиббереллинами.

Во время хранения баланс ростовых веществ изменяется. Выход из состояния покоя можно объяснить снижением ингибиторов роста или увеличением стимуляторов роста либо обеими причинами. Глубокий покой рассматривают как состояние, вызванное гормонами, ингибирующими рост, или модифицирующими факторами, которые поступают в зародыш или почку от родительского растения, когда оно достигает определенной стадии развития либо подвергается воздействию определенных факторов окружающей среды. С другой стороны, глубоким покоем считают состояние, обусловленное прекращением поступления гормонов, ускоряющих рост. Основную роль здесь играют гиббереллины и абсцизовая кислота. Механизм действия ростовых веществ выяснен пока недостаточно, однако они могут перемещаться из одной части растения в другие. К ним относят этилен, некоторые производные индола (индолил-3-уксусная кислота), кумарина, терпеноиды (гиббереллины и абсцизовая кислота), а также производные пурина (цитокнины).

Состояние покоя клубней и переход к росту коррелируют с содержанием абсцизовой кислоты. Наиболее высокое содержание ее в клубнях в период покоя. Ко времени окончания покоя наличие кислоты в точках роста и кожуре уменьшается в пять—десять раз. Абсцизовая кислота высокой концентрации способна подавлять рост. При снижении ее количества весной ростингибирующее действие ослабевает (табл. 51).

Сильным ингибирующим действием обладают скополетин и кофейная кислота. К периоду выхода клубней из состояния покоя, когда содержание ингибиторов роста понижается, биосинтез нуклеиновых кислот заметно повышается и содержание их возрастает.

При переходе от покоя к росту изменяется фракционный состав РНК. При завершении периода покоя усиливается синтез всех фракций РНК и появляется фракция высокомолекулярной РНК, содержащая тяжелые предшественники рРНК и иРНК. Вероятно, с образованием этих РНК связано изменение физиологического состояния меристемы.

51. Содержание ингибиторов роста (мкг/г сырого вещества) в конусах нарастания клубней (по данным Н. П. Кораблевой)

Ингибитор роста	Покой	Окончание покоя
Кофейная кислота	18,7	2,8
Скополетин	8,5	1,6
Абсцизовая кислота	5	0,5

Температура хранения — важнейший фактор, от которого зависит продолжительность периода покоя. Если при хранении картофеля поддерживают температуру 6 °С, то период покоя клубней сорта Лорх заканчивается в январе, сорта Приекульский ранний — в декабре (рис. 67). При температуре 4 °С период покоя картофеля обоих сортов длится до февраля, при 2 °С — до марта.

Потери в результате прорастания можно предупредить предуборочным опрыскиванием ботвы картофеля, свеклы, моркови, репы, брюквы и др. натриевой солью гидразида малеиновой кислоты ГМ-На, которая подавляет развитие ростков в верхушечной части клубня, предупреждает израстание корнеплодов и луковиц. Данный препарат позволяет увеличить сроки хранения картофеля, корнеплодов, лука, чеснока, способствует сохранению их пищевых качеств. Обработку 0,25 %-м ГМ-На проводят за две—четыре недели до уборки. Расход раствора 1000 л/га.

Для предупреждения прорастания картофеля, моркови, лука используют также гидрел — кислоту 2-хлорэтилфосфовую соль гидразиния (содержит не менее 50 % действующего вещества). Препарат представляет собой жидкость от желтого до светло-коричневого цвета, без запаха, обладает кислотными свойствами, нелетуч, трудногорюч, невзрывоопасен, малотоксичен, не накапливается в организме человека и животных, не оказывает раздражающего действия на кожу. Подавление прорастания при обработке продукции гидрелом происходит в результате увеличения содержания абсцизовой кислоты, служащей фитогормоном.

Обработка моркови столовой 0,5 %-м гидрелом способствует увеличению сохранности продукции благодаря подавлению развития болезней и повышению товарного качества со значительным снижением обрастания

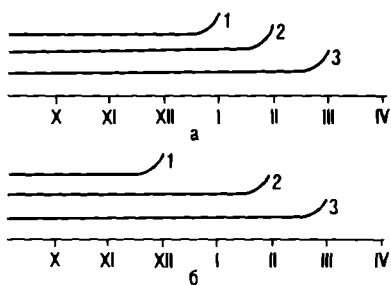


Рис. 67. Продолжительность периода покоя картофеля сортов Лорх (а) и Приекульский ранний (б) при разной температуре хранения (по данным А. Г. Мокшина):

1 — 6 °С; 2 — 4; 3 — 2 °С.

корнеплодов листьями. Гидрел повышает устойчивость картофеля к фитопатогенным микроорганизмам. Обработанные клубни в ответ на инфекцию лучше продуцируют фитоалексины. Обработка гидрелом осенью перед закладкой на хранение способствует сокращению потерь картофеля от прорастания и болезней. Гидрел в клубнях быстро распадается на этилен, остатки фосфорной кислоты, гидразин и ионы хлора. Через 2 мес не

обнаруживаются даже его следы. Максимально допустимый уровень гидрела в овощах, семечковых, косточковых и цитрусовых плодах 0,15 мг/кг, а гидразида малеиновой кислоты (ГМК; МГ-На МГ-40; МГ-50) в картофеле, овощах и бахчевых 8 мг/кг.

Прорастание продовольственного картофеля предупреждают облучением λ -лучами (радуризация). Радуризацию продукции дозой ионизирующих излучений используют для увеличения сроков хранения посредством существенного уменьшения жизнеспособности микроорганизмов, вызывающих порчу плодов и овощей и подавление ростовых процессов. В соответствии с рекомендациями ИСО для измерения поглощенной дозы ионизирующей радиации вместо прежней единицы рад принят Грей (Гр). Энергия 100 эрг на 1 г ткани соответствует 1 рад; 1 Гр равен 100 рад.

Для предотвращения прорастания овощей и картофеля в период хранения Международной организацией здравоохранения (ВОЗ) рекомендованы следующие дозы (кГр): для картофеля 0,1...0,15; лука 0,03...0,15; чеснока 0,075...0,2. Тару и упаковочные материалы обрабатывают дозами 10...20 кГр, что вызывает у плесеней хранения необратимые повреждения функций размножения. Овощи преимущественно облучают при помощи радиационных установок стационарного типа.

Физиологические расстройства. Нарушение естественных физиологических функций, в первую очередь дыхания каждой клетки и всего организма, приводит к физиологическим расстройствам. Их вызывают неблагоприятные внешние условия в период роста растений, во время уборки урожая, транспортирования и хранения продукции.

Почернение сердцевин клубней. Наблюдается у картофеля многих сортов после длительного хранения при температуре 0 °С. Отмечена взаимосвязь между увеличением содержания тирозина и почернением сердцевин клубней. Накапливается также молочная кислота, происходит смещение величины рН в кислую зону (с 5,6 до 4,1), неблагоприятную для согласованной работы ферментов, активизирующих окисление и восстановление веществ полифенольной природы, которыми обусловлено почернение растительных тканей. Способствуют потемнению и механические воздействия на клубни (удары). Заболевание усиливается, если под картофель вносят избыточное азотное удобрение

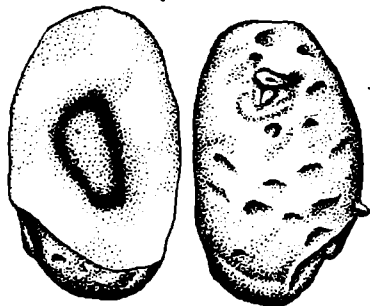
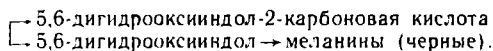
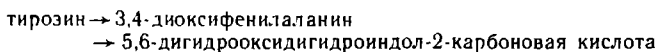


Рис. 68. Потемнение мякоти клубня под влиянием низких температур в период хранения.

и хранят его при низких температурах. Одна из причин потемнения мякоти картофеля — реакция меланоидинообразования, провоцируемая механическими повреждениями (рис. 68).

Сердцевина клубня чернеет при образовании из тирозина меланинов в результате реакций, из которых первые две катализируются фенолоксидазой:



Образование меланина обуславливает черную или серую окраску поврежденных клеток картофеля. Меньше темнеют клубни с низким содержанием крахмала и с большим количеством калия. Уменьшить потемнение клубней можно высокой культурой земледелия, внесением калия, своевременным удалением ботвы и т. д. Склонность к потемнению проверяют на 25 клубнях, которые бросают с высоты 1 м на деревянное покрытие, и через три дня оценивают степень потемнения.

Точечный некроз капусты. Азотные удобрения усиливают заболевание, а калийные, борные, известковые снижают, но не устраняют его. На поражение капусты точечным некрозом значительно влияет температура: при 0°C больных кочанов больше. Важен и сорт. При одинаковой агротехнике и условиях хранения капуста сорта Зимовка 1474 поражается точечным некрозом меньше, чем капуста сорта Амагер 611.

Первые признаки заболевания появляются в поле перед уборкой. В процессе хранения болезнь распространяется и достигает максимума в марте—апреле. Для снижения поражения заболеванием при вырезке кочерыг отбирают и отбраковывают маточки, сильно пораженные точечным некрозом. Особое внимание обращают на отбор маточников капусты при производстве элитных семян.

Распад тканей лука. Наблюдается как в полевых условиях, так и при хранении. Две-три внешние мясистые чешуи луковицы становятся сероватыми и водянистыми. Болезнь проявляется в большей степени при высокой температуре и повышенной влажности воздуха в хранилище. Хранение лука при температуре, близкой к 0°C, и относительной влажности воздуха около 65% сдерживает развитие болезни.

Повреждение, вызываемое охлаждением. Несмотря на то что основной режим хранения — термоанабиоз (при пониженных температурах), некоторые виды плодов и овощей при слишком долгом хранении на холоде повреждаются настолько сильно, что происходящие в них физиологические процессы нарушаются или затухают. В результате естественный им-

мунитет падает, а процессы разложения идут гораздо интенсивнее. Сильно повреждаются при охлаждении бананы, цитрусовые плоды, тыква, баклажаны, перец, картофель, томаты. Для каждого вида существуют определенные пределы допустимого охлаждения, не вызывающие порчи.

Подобное повреждение часто проявляется не сразу после выемки плодов и овощей из хранилища и холодильников, а только несколько дней спустя. При длительном хранении цитрусовых плодов при низких температурах на них развиваются ямчатость, побурение и водянистый распад. Недозревшие томаты, охлажденные на корню или при транспортировании, теряют способность к дозреванию.

Стекловидность плодов. Характеризуется появлением на поверхности плодов больших просвечивающихся участков неправильной формы. На срезе видны полости, наполненные соком, чаще всего вокруг сердцевин. Такие плоды тяжелые, твердые, невкусные. У пораженных плодов при хранении наблюдается побурение мякоти. Это непаразитное заболевание наблюдается у яблок сортов Антоновка обыкновенная и Папировка. В качестве профилактических мер рекомендуют соблюдение агротехники, прежде всего нормальное обеспечение деревьев водой. В период хранения ослаблению болезни способствует невысокая температура (2...4 °С).

Побурение кожицы (загар). Распространенное заболевание. Проявляется в побурении пяти-шести слоев клеток кожицы и часто начинается в области чашечки. Иногда поражаются даже ткани мякоти яблок, груш. Развитие заболевания провоцируют высокие дозы азотных удобрений, загущенные кроны, ранний сбор плодов (особенно сорта Антоновка обыкновенная), поздние и обильные поливы, перепады температуры хранения, высокая влажность, слабая вентиляция камер. Обычно загар проявляется через 2...4 мес хранения. Плоды больше страдают загаром в годы, когда в конце сезона стоит жаркая сухая погода.

Причина, вызывающая загар, окончательно не выяснена. Хранение плодов при низкой температуре не снижает степени поражения, а только задерживает развитие болезни. Применение МГС резко снижает, но не исключает поражение продукции загаром. Для борьбы с болезнью плоды упаковывают в промасленную бумагу, однако она не гарантирует полной защиты. Плоды обрабатывают также антиокислителем — этоксикином (3,1...6,3 г на 1 л воды). Заболевание после обработки не проявляется. Для предупреждения загара рекомендуют закладывать на хранение плоды оптимальной степени зрелости, быстро их охлаждать, применять правильный температурный режим, контролировать состояние продукции и своевременно ее реализовывать. Наиболее подвержены загару яблоки сортов Осеннее полосатое,

Славянка, Пепин шафранный, Кандиль-синап, Ренет Симиренко, Розмарин белый и др. Загар груш напоминает загар яблок как по внешнему виду, так и по восприимчивости к нему незрелых плодов.

Подкожная пятнистость (горькая ямчатость). На поверхности плодов горькую ямчатость различают по маленьким вдавленным пятнам диаметром 2...3 мм. Они расположены в верхней части плода вокруг чашечки, как правило, с одной стороны, хорошо видны при съеме. В процессе хранения пятна буреют, а мякоть под кожицей в местах впадин становится коричневой и приобретает горький вкус. Основная причина горькой ямчатости — дефицит кальция. Оптимальное содержание кальция в плодах должно составлять 0,07...0,08 % на абсолютно сухое вещество. Поражаемость горькой ямчатостью также усиливается при нерегулярных поливах сада, избытке калия, внесении солей магния (они снижают усвоение растением кальция). В Нечерноземной зоне РСФСР наиболее восприимчивы к заболеванию яблоки сортов Северный синап и Пепин шафранный.

Меры предупреждения: сбалансированное умеренное снабжение деревьев водой и питательными веществами; опыскивание деревьев в период роста и созревания плодов 0,6...0,7 %-м раствором хлористого кальция; быстрое охлаждение плодов после съема и хранение при оптимальных температуре и относительной влажности воздуха в камере; послеуборочная обработка хлористым кальцием. Поражение сводят до минимума, если собирают только зрелые плоды и быстро отправляют их на холодное хранение. При сильном поражении горькой ямчатостью деревья обрабатывают 2 %-м (2000 л/га) или 4 %-м (1000 л/га) раствором хлористого кальция за три-четыре недели до сбора плодов.

Джонатановая пятнистость. Проявляется во время хранения яблок сорта Джонатан в виде мелких темных (черных) пятнышек на поверхности. Причины болезни неизвестны. Чтобы избежать джонатановой пятнистости, плоды убирают в начале съемной зрелости, немедленно закладывают на хранение при низкой температуре (около 0 °С). Меры предупреждения болезни те же, что и при горькой ямчатости. Кроме того, яблоки рекомендуют хранить при содержании в воздухе CO₂ 6...9 %.

Внутреннее побурение мякоти плодов. Обычно происходит при хранении их в холодильниках с низкими температурами (близкими к 0 °С). Предположительно связано с нарушением окислительных процессов, сопровождающихся накоплением ацетальдегида и метилового спирта. Побурение возникает сначала вокруг сердечка, затем у основания. Особенно поражаются крупные плоды, выращенные на молодых, сильно растущих деревьях. К побурению мякоти склонны яблоки сортов

Антоновка обыкновенная, Коричное, Славянка, Ренет Симиренко, Ренет шампанский и др.

Пухлость (побурение мякоти от перезревания). Пораженные плоды слегка буреют, мякоть теряет плотность, становится мучнистой, сухой и безвкусной. Они легче здоровых яблок, легко продавливаются пальцем, нередко растрескиваются, если в камерах высокая влажность воздуха. Чаще поражаются крупные плоды с низким содержанием кальция, большим количеством азота, поздно убранные. Меры предупреждения: обработка 1 %-м раствором хлористого кальция за три—пять недель до съема в сочетании с 0,1 %-м раствором фундазола при последней обработке.

Увядание плодов. Обычно обусловлено низкой влажностью воздуха в хранилище (менее 80 %). Плоды сморщиваются, резко уменьшается их масса. Мелкие, преждевременно снятые плоды, пораженные паршой, увядают сильнее, чем средние, здоровые, убранные в оптимальные сроки. Заболевание часто наблюдается у яблок сортов Мелба, Уэлси, Северный синап и др. Меры предупреждения: уборка плодов в съемной степени зрелости; закладка на хранение стандартной продукции; поддержание режимов температуры и относительной влажности воздуха, рекомендуемых для сорта.

§ 4. Микробиологические процессы, происходящие при хранении картофеля, овощей и плодов

Причины порчи продукции. Основная причина порчи картофеля, овощей и плодов при хранении — активное развитие микроорганизмов. Товарные качества могут резко ухудшиться во время транспортирования и хранения, а также вследствие развития вирусов. На овощах, плодах и картофеле находится чрезвычайно много микроорганизмов. Например, наружные листья капусты содержат 1...2 млн микробов в пересчете на 1 г. Еще более обильная микрофлора на клубнях и корнеплодах, так как они формируются в почве.

Наиболее распространенные фитопатогенные микроорганизмы, поражающие овощи, плоды и картофель во время уборки, транспортирования и хранения, вызывают следующие болезни: микозы — плодовая (*Monilia fructigena Pers.*), голубая (*Penicillium expansum Thom.*), зеленая (*Penicillium glaucum Linn*), серая (*Botritis cinerea Pers.*), розовая гнили (*Fusarium oxysporum Schlecht*), фомоз (*Phoma betae Frank*), фитоптора (*Phytophthora infestans de Bary*), серая плесень (*Rhizopus nigricans Ehr.*), черная плесень (*Aspergillus niger van Tiegh*); бактериозы — слизистый бактериоз, мокрая гниль (*Erwinia carotovora Holland et Erw.*), мокрая бактериальная гниль картофеля (*Pseu-*

domonas xanthochlora Siupp.); вирусы (*Cucumis virus 1*, *Cucumis virus 2*) и др.

Активное развитие микроорганизмов на овощах, плодах и картофеле часто сопровождается большим выделением тепла, скапливающегося в результате плохой тепло- и температуропроводности. В зависимости от вида продукции, способа и условий хранения иногда самосогревание развивается слабо, малозаметно, в других случаях протекает сильно и быстро. В какой бы степени самосогревание ни проявляется при хранении, оно наносит большой вред. Начавшийся процесс самосогревания сам по себе не останавливается до его завершения. Только срочное охлаждение способом активного вентилирования или переборки и последующая реализация позволяют спасти часть продукции от порчи. Самосогревание начинается локально или сразу охватывает большие насыпи. Локальное самосогревание при отсутствии наблюдения и мероприятий, направленных на ликвидацию очага, переходит в сплошное.

Если овощи и картофель рассредоточены и хранятся в ящиках или контейнерах, то типичной картины самосогревания обычно не наблюдается, а происходит порча пораженной болезнями продукции без значительного повышения температуры. Представление о лежкости овощей, плодов, ягод и картофеля получают по скорости тепловыделения в процессе дыхания. Чем она выше, тем ниже лежкость продукции (табл. 52). Для длительного хранения непригодны малина, груши летних сортов, вишня и персики.

Разработан электрофизический способ защиты овощей и плодов от возбудителей болезней при хранении. Он основан на повышении естественного иммунитета самих растительных тканей с помощью химически нейтрального индуктора микротоков. Про-

52. Тепловыделение овощей, плодов, ягод и картофеля, °С за сутки (по данным В. З. Жадана)

Сырье	Температура, °С					
	0	5	10	15	20	25
Клюква	0,19	0,25	0,34	0,6	0,62	0,84
Апельсины	0,25	0,36	0,51	0,74	1,08	1,55
Лимоны	0,27	0,39	0,55	0,79	1,13	1,61
Вишня	0,48	0,92	1,81	3,52	6,90	13,46
Груши (Бартлет)	0,24	0,56	1,29	2,99	6,87	15,88
Персики	0,62	1,09	1,93	3,45	6,04	10,7
Малина	1,95	3,82	7,5	14,69	28,68	56,47
Картофель	0,25	0,34	0,46	0,63	0,85	1,17
Лук репчатый	0,27	0,37	0,53	0,73	1,02	1,43
Свекла столовая	0,46	0,65	0,94	1,34	1,91	2,73

пускание слабого электрического тока через массу овощей и плодов получило название микротоковой стабилизации (МКТС). Постоянная и переменная (8 ч/сут) микротоковая стабилизация с плотностью тока 1 мкА/см² во время хранения снижает поражение моркови болезнями, особенно при отклонении от оптимального температурного режима. Микротоковая стабилизация замедляет развитие белой гнили на 25...60 % и тем самым уменьшает поражение моркови этим возбудителем (табл. 53).

53. Влияние микротоковой стабилизации на развитие белой гнили моркови, предварительно инокулированной возбудителем *Sclerotinia sclerotiorum* D. By. (по данным А. П. Маслова)*

Хранение	Плотность тока, мкА/см ²	Размер пятна поражения	
		см ²	%
Без обработки	—	8,8	100
С обработкой МКТС	0,1	6,62	75,2
То же	1	5,37	61
»	5	2,81	39,1

* На 10-й день.

Повышение устойчивости корнеплодов к заболеваниям при постоянном воздействии микротоков плотностью 1 мкА/см² объясняют стабилизацией молекул белка, входящих в биомембранные клетки, в результате связей, образующихся при переносе заряда. Белки, выделенные из растений, обработанных током, характеризуются повышенным содержанием дисульфидных связей, а растворы белков — более высокой вязкостью. Устойчивость моркови к возбудителям *Sclerotinia sclerotiorum* D. By. связана не только с тем, что меняется проницаемость клеточных мембран под воздействием МКТС, но и с индуцированием веществ, ингибирующих возбудителя.

Прогнозирование лежкости продукции. Для прогнозирования лежкости овощей и плодов используют способы: физические, микробиологические, метеорологические, а также имитационные математические модели, методы газовой хроматографии и др.

Физический способ. Сотрудники Ленинградского технологического института холодильной промышленности и НПО «Буревестник» разработали физический способ прогнозирования сохранности картофеля, моркови, чеснока по величине электропроводности ткани на кондуктометре КИСП-1. Гниение и другие виды разрушения клеток увеличивают электропроводность. По разработанной методике определяют возможные потери продукции за 2...3 мес до появления видимых признаков порчи, когда

питательная ценность продукции еще не уменьшилась. При помощи прибора устанавливают рациональную очередность реализации хранящейся продукции, значительно уменьшая общие потери массы.

Микробиологический способ. Н. Голя и Г. Бразда разработали методику прогнозирования очагов загнивания при хранении семенного и продовольственного картофеля. Для развития микрофлоры создают провокационные условия, и, если картофель при этом сильно загнивает, его не закладывают на длительное хранение.

В полиэтиленовые мешочки размером $27 \times 27 \times 70$ см вместимостью 5 кг (одни перфорированные, другие без перфорации) помещают картофель и хранят 14 сут при температуре 20 ± 1 °С, затем клубни оценивают на поражение мокрой гнилью (исключая бурую и фузариозную гнили). Заболевшие клубни взвешивают (отдельно в перфорированных и неперфорированных мешочках), высчитывают их процент и определяют ожидаемую поврежденность x (%) гнилью по формуле

$$x = \frac{4A + B}{8},$$

где A и B — соответственно среднее количество заболевших клубней в перфорированных и неперфорированных мешочках, %; 4 и 8 — коэффициенты.

Если количество ожидаемого повреждения мокрой гнилью достигает 15...20 %, то партию не рекомендуют закладывать на длительное хранение.

Имитационные математические модели. Позволяют предотвратить потери массы овощей и плодов в зависимости от многочисленных факторов. За постоянные величины принимают: ботанический вид, сорт, тип хранилища, температуру, относительную влажность воздуха, газовый состав среды. К числу наиболее важных переменных величин относят: сроки уборки урожая, количественный и качественный состав поверхностной микрофлоры продукции, степень поражения микроорганизмами в период закладки и продолжительности хранения. Зависимость потерь Y (%) продукции с учетом известных постоянных величин выражают функцией трех переменных:

$$Y = X_1 X_2 X_3,$$

где X_1 — продолжительность хранения, сут (мес); X_2 — срок уборки урожая; X_3 — количество продукции, пораженной микроорганизмами в период закладки на хранение, %.

Способ газовой хроматографии. Дает возможность раннего диагностирования болезней картофеля. Повышенное содержание в газовой среде хранилищ кетонов, меркаптанов и ацетальдегидов по отношению к количеству углеводов

свидетельствует о заболевании клубней. С помощью газовой хроматографии идентифицировано более 20 газообразных веществ, сопутствующих различным заболеваниям или характеризующих здоровый картофель различных сортов. При наличии в партии моркови 5% пораженных гнилями корнеплодов газовый хроматограф регистрирует в пробах воздуха следующие превышения (усл. ед.): ацетальдегида в 29 раз, этанола в 85, ацетона в 12 раз по сравнению с пробой воздуха, взятой из хранилища со здоровыми корнеплодами. О хорошем состоянии хранения моркови свидетельствует отсутствие в пробах воздуха ацетона и ацетальдегида, соотношение этанола к диоксиду углерода менее 0,1%.

§ 5. Влияние насекомых, клещей и нематод на сохранность картофеля, овощей и плодов

Вредители сельскохозяйственных культур (нематоды, паукообразные и насекомые) влияют на сохранность заложенной в хранилище продукции. Овощи и плоды, поврежденные в поле, теряют естественный иммунитет и в местах ходов личинок, гусениц легко поражаются микроорганизмами.

Нематоды. Источниками заражения овощей нематодами служат: семенной материал, почва, хранилище, зараженные овощи, инвентарь, оборудование, территория вокруг складов и земельный участок для буртов и траншей. В месте поражения овощи разрыхляются, клетки темнеют, отмирают, начинается загнивание. Потери от паразитарных и физиологических заболеваний овощей и картофеля в некоторых хранилищах без регулируемого режима за период хранения достигают (%): чеснока 20...50, капусты белокочанной 10...30, лука репчатого 7...25, картофеля 5...25, моркови 8...25, свеклы 9...11. Овощи, пораженные в сильной степени, относят к техническому браку, при поражении более $\frac{1}{3}$ поверхности — к отходам.

Борьбу с фитонематодами вести очень трудно, так как они малы по размерам, интенсивно размножаются и хорошо приспосабливаются к неблагоприятным условиям внешней среды, устойчивы к химическим воздействиям. Только комплекс профилактических мероприятий (улучшение организации заготовок, упаковывания, транспортирования; сортирование и калибрование; обсушивание; удаление почвы; выдерживание лечебного периода для заживления механических поражений; закладка только доброкачественной продукции; своевременная подготовка хранилищ, тары, инвентаря, оборудования), хранение продукции в современных типовых хранилищах (с регулированием режима) обеспечивают сокращение потерь от этих вредителей. На некоторые виды продукции положительно влияет прогревание (напри-

мер, лука и чеснока) при температуре 45...55 °С в течение 15 мин.

Для определения зараженности лука стеблевой нематодой (после установления заражения клещом) отбирают 25 луковиц. От каждой срезают ножом нижнюю часть сочных чешуй (толщиной около 5 мм) вместе с частью донца, измельчают на кусочки размером 1...3 мм, которые переносят в чашку Петри (часовое стекло или блюдо) и заливают водой температурой 20...25 °С слоем 4...6 мм. Через 1...1,5 ч при помощи бинокулярной лупы (с увеличением в 10...20 раз) просматривают воду между кусочками лука для обнаружения нематод.

В Одесском конструкторском бюро разработан термический стерилизатор СТ-1 для обработки клубней, пораженных нематодой. Стерилизатор представляет собой термокамеру, две тележки и блок управления. На тележку укладывают картофель (100 кг), пораженный нематодой, и закатывают в термокамеру, где поддерживается режим I (50 ± 1 °С). Как только температура внутри клубня достигнет 44 °С, блок дает световой и звуковой сигналы и автоматически переключает камеру на режим II (температура 44 °С). После выдержки по сигналу блока автомата тележку с обработанными клубнями выкатывают и ставят новую. Гибель нематод составляет 100 %. Один блок управления одновременно обслуживает четыре соединенные камеры.

Клещи. Так же, как и нематоды, встречаются повсюду. Вместе с овощами и плодами они попадают в хранилище. Лук и чеснок поражаются тюльпанным, или чесночным, клещом (*Aceria tulipae Keiff*). Проникнув через чешуи лука-севка или репки в поле, он наносит основной вред (усыхание луковиц) в период хранения. В хранилищах клещи обитают на луке, картофеле, загнивших корнеплодах моркови, свеклы, луковицах цветочных растений. Особенно сильно повреждают они донце луковицы, проникая внутрь ее и поселяясь между чешуями.

Для определения зараженности лука клещом с каждой из 50 луковиц поочередно снимают сухие чешуи. Их поверхность, особенно около донца, просматривают через бинокулярную или простую лупу (с увеличением в 10...20 раз). Охлажденные луковицы 1,5...2 ч выдерживают при комнатной температуре, затем подогревают до температуры 25...30 °С (для приведения клещей в подвижное состояние). К профилактическим мерам борьбы с клещами относят: правильный севооборот, высадку здорового посадочного материала, удаление с поля гнивающих овощей, дезинсекцию хранилищ, правильную подготовку продукции к хранению (например, просушку лука перед закладкой в хранилище).

Насекомые. Личинки миндального и яблоневого семяеда зимуют в семенах поврежденных плодов: миндаля, алычи, терна,

яблок, груш. Гусеницы яблоневой, грушевой, сливовой плодоярки повреждают плоды, загрязняют их, резко снижая товарную ценность. Гусеницы второго поколения яблоневой плодоярки остаются в плодах во время сбора урожая и хранения. Личинки вишневой мухи повреждают косточковые плоды. Снижают товарные качества овощей капустная весенняя и летняя мухи. Летняя муха повреждает капусту цветную и белокочанную, все корнеплоды семейства Капустные. Личинки пронизывают корнеплоды ходами, способствуя их загниванию в период хранения. Такие же повреждения вызывают и личинки морковной и луковой мух.

Гусеницы капустной совки проникают внутрь кочана, проделывают глубокие ходы и загрязняют продукт, ухудшая его лежкость. Личинки щелкуна-проволочника повреждают картофель, морковь, репу, редьку, брюкву, редис и др. Они проникают внутрь клубней и корнеплодов, пробуравливают ходы, загрязняют их, способствуют загниванию продукции при хранении. Основной путь сокращения потерь растительного сочного сырья при хранении — своевременная борьба с нематодами, клещами и насекомыми в полевых условиях и закладка на хранение здоровой продукции.

§ 6. Факторы, влияющие на качество и лежкость картофеля, овощей и плодов

Сорт. Для закладки на длительное хранение отбирают продукцию сортов, обладающих хорошей лежкостью. Например, картофель ранних сортов (Вятка, Весна, Зорька, Белорусский ранний, Воротынский); среднеранних (Детскосельский, Любимец, Дружный); среднепоздних (Кристалл, Верба, Бирюза, Раменский); поздних (Темп, Шпекула). Хорошей лежкостью обладает капуста сортов Зимовка, Подарок, Амагер 611, Харьковская зимняя, Лада, Надежда, Юбилейная, Белоснежка. До нового урожая сохраняются яблоки сортов Ренет Симиренко, Ренет шампанский, Пармен зимний золотой, Зимнее МОСВИР, Зимнее Плесецкого, Аврора крымская.

Зона выращивания. Сортотехнология хранения овощей, плодов и картофеля учитывает особенности сорта и его реакцию на факторы абиотической и биотической среды. Картофель, выращенный в предгорьях, хранится лучше, чем тот же сорт, полученный в приморских районах.

Условия года. Обычно в годы с прохладным дождливым летом в плодах и овощах накапливается меньше сахаров, они менее ароматны, менее вкусны, обладают пониженной лежкостью.

Агротехника. Включает комплекс факторов: сроки сева (посадки) и уборки, удобрения, обработку почвы, поливы и др.

Удобрения. Играют важную роль. При увеличении дозы калия и фосфора содержание сахаров в плодах и овощах повышается, ускоряется созревание. Азот снижает сахаристость, задерживает вызревание (табл. 54).

54. Влияние удобрений на урожайность, качество и лежкость свеклы столовой (по данным А. Ю. Каралюса)

Варианты	Урожайность, т/га	Корнеплоды, %		Сухие вещества, %	Нитраты, мг/кг	Корнеплоды после хранения, %			Потери массы, %
		стандартные	не-стандартные			стандартные	загнившие	гнилые	
N ₀ P ₀ K ₀ (контроль)	38,93	91,2	8,8	15,5	881	71,1	14,8	6,1	8
N ₀ P ₉₀ K ₁₂₀	47,95	91,6	8,4	16	912	74,1	12,2	5,3	8,4
N ₉₀ P ₀ K ₀	49,75	90,5	9,5	16,2	1156	70,3	12,7	5,8	11,2
N ₁₂₀ P ₀ K ₀	54,04	90,6	9,4	14,3	1089	63,8	15,4	6,8	14
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀	55,63	90,5	9,5	14,7	2051	64,8	20,6	2,6	12
N ₁₈₀ P ₀ K ₀	54,01	88,3	11,7	14,3	3159	60,8	16,7	7,2	15,3
N ₁₈₀ P ₉₀ K ₁₂₀	58,99	90	10	14,7	2854	64	19,6	6,2	10,2

Повышенные дозы азотных удобрений не только снижают лежкость, но и способствуют накоплению в плодах и овощах нитратов больше допустимых норм. Содержание нитратов не должно превышать (мг/кг): в свекле 1400; картофеле 250; капусте белокочанной ранней 900, поздней 500; моркови ранней (до 1 сентября) 400, поздней 250; салате, шпинате, щавеле, петрушке, сельдерее, укропе 2000; яблоках, грушах, винограде, арбузах 60.

Сказывается и форма удобрений. Хлористый калий и сильвинит снижают крахмалистость картофеля, а поташ и фосфорнокислые удобрения повышают крахмалистость и лежкость. При известковании почвы уменьшается отрицательное действие хлористого калия. Избыточные азотные удобрения снижают выход товарной продукции за период хранения. Однако в комплексе с другими они не оказывают резкого влияния на крахмалистость картофеля, но повышают его урожайность.

О р о ш е н и е. Перед уборкой, как правило, снижается лежкость овощей и плодов. Овощи, выращенные на тяжелых глинистых, обычно холодных почвах с высоким стоянием грунтовых вод, обладают пониженной лежкостью. Овощи и плоды, полученные на окультуренных почвах, легких и средних по механическому составу, без избыточного увлажнения, хранятся лучше.

Сроки сева (посадки) и уборки. Очень важный фактор. Например, морковь, убранная раньше, невызревшая, с

меньшим количеством сахара и каротина, с повышенным содержанием воды обладает пониженной устойчивостью при хранении. Такие корнеплоды быстро увядают, поражаются склеротинией. Если убрать морковь на месяц позже по сравнению с оптимальным сроком, корнеплоды перезревают, трескаются, становятся нестойкими при хранении. Влияние сроков уборки, условий транспортирования и хранения моркови на ее сохранность в Харьковской области приведены в таблицах 55 и 56.

Значительные потери при хранении овощей и плодов в результате механических повреждений при уборке и транспортировании. За период хранения теряется до 40 % клубней. Механически поврежденные клубни в полтора раза больше испаряют воды, значительное количество их повреждается болезнями (рис. 69).

Снижение температуры при уборке картофеля с 13 до 3 °С увеличивает долю поврежденных клубней от 25 до 90 % и глубину повреждения с 2 до 8,7 мм, а также увеличивает потери массы при хранении. Снижение температуры картофеля с 8...10 до 3...4 °С в четыре-пять раз увеличивает степень механических повреждений (особенно количество трещин, потемнение мякоти).

Десикация ботвы картофеля уменьшает травмирование при

55. Влияние сроков уборки на урожайность и сохранность моркови (по данным О. Г. Андросовой)

Срок уборки	Урожайность, т/га	Продолжительность хранения, сут	Потери массы при хранении, %	Загнившие корнеплоды при хранении, %	Выход товарной продукции, %
III декада сентября	18,37	158	4,2	14,7	81,1
II » октября	19,68	145	3,2	1,6	95,2
III » »	26,23	134	0,4	0	99,6

56. Влияние способа транспортирования и хранения на выход товарной продукции и сохранность моркови (по данным О. Г. Андросовой)

Транспортирование и хранение	Потери массы при хранении, %	Загнившие корнеплоды в конце хранения, %	Выход товарной продукции, %
------------------------------	------------------------------	--	-----------------------------

Шантенэ 2461

Навалом	2,1	12,5	85,4
В сетчатых мешках	2,5	6,2	91,3
В контейнерах	2,4	8,1	89,5

Найтская 4

Навалом	3,2	15,4	81,4
В контейнерах	3,3	2,5	94,2

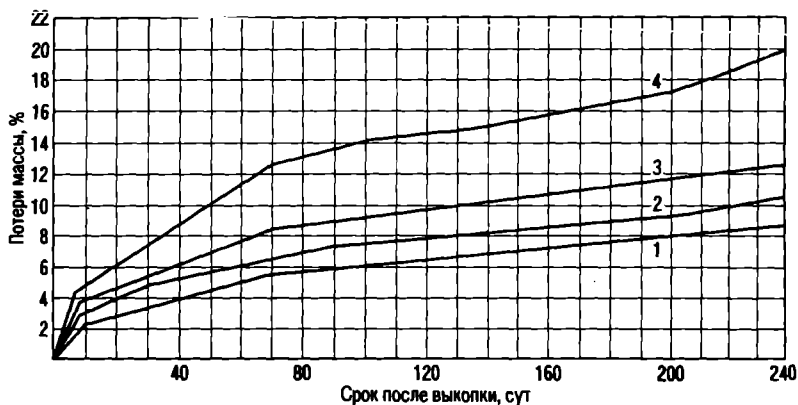


Рис. 69. Потеря массы картофеля, охлажденного воздухом: 1 — неповрежденные клубни; 2 — глубокие царапины; 3 — сильное удаление кожицы в результате трения; 4 — клубни, разрезанные пополам.

уборке на 25...50 %. К концу хранения повреждаемость клубней болезнями снижается на 15...27 %. Если между удалением ботвы и уборкой картофеля проходит 21...22 сут, то потери при хранении составляют 4,76...4,89 %. Это объясняется вызреванием клубней и повышением естественного иммунитета картофеля с окрепшей кожицей.

Из данных таблицы 57 видно, что оптимальный срок сортирования клубней, убранных копателями, — весна, а комбайнами — осень (после хранения во временных буртах). Сортирование непосредственно после уборки увеличивает потери продукции при хранении. После временного хранения в буртах продовольственный картофель направляют на очистку и сортирование на пункт КСП-15Б и реализацию. Если картофель подлежит закладке на длительное хранение, его очищают от примесей и загру-

57. Влияние сроков сортирования на потери картофеля (%) при хранении с активным вентилированием

Срок сортирования	Копатели		Комбайны	
	Способ хранения			
	хранилища	бурты	хранилища	бурты
Сразу после уборки	22,2	27	28,2	37,6
После временного хранения в буртах	14,1	14,9	15,9	20,3
Зимой	8,8	—	11,4	—
Весной	7,5	—	19,4	—

жают транспортером-загрузчиком ТЗК-30 в секции хранилища, а сортируют весной перед реализацией продукции.

Даже при бережном обращении с овощами и плодами нельзя полностью избежать механических повреждений. Поэтому перед закладкой на хранение применяют приемы, повышающие устойчивость продукции (активное вентилирование, обсушивание, отделение примесей, озеленение семенного картофеля и др.). В результате простого обсушивания картофеля, пораженного фитофторозом, число загнивших клубней после хранения составляет 3,2 %, в необсушенной партии их количество достигает 43,5 %.

Свежеубранный картофель, предназначенный на семена, подвергают светозакалке, или озеленению. Клубни рассыпают под навесом или устанавливают в лотках в штабеля. Через 10...15 дней, когда клубень в разрезе окрашивается в зеленоватый цвет, процесс считают законченным. В озелененных клубнях накапливаются соланин и хлорофилл А, который вместе с хлорогеновой кислотой обуславливает салатный цвет мякоти. Соланин (гликозид) и хлорогеновая кислота — хорошие антисептики, они губительно действуют на возбудителей грибных и бактериальных болезней (табл. 58).

58. Содержание соланина (мг%) в картофеле, озелененном с осени

Сорт	Без озеленения	Срок после начала озеленения, сут	
		10	20
Лорх	5,23	13,68	20,12
Эпикур	4,1	13,68	25,76
Берлихинген	3,48	10,95	24,79

Потери при хранении озелененных клубней от загнивания резко снижаются, биологические особенности сорта сохраняются. После посадки такого картофеля ускоряется цикл фенофаз, прибавка урожая составляет 7...18 %. Озеленение снижает поражаемость клубней пуговичной гнилью.

Плоды на дереве характеризуются разным качеством. Снятые, но неотсортированные плоды нельзя рассматривать как товарную продукцию, так как необходимое условие для нее — однородность качества, соответствие стандарту. Плоды для хранения аккуратно убирают вручную с применением лестниц, скамеек, платформ и других приспособлений. Если плоды стряхивают с деревьев, то они непригодны для хранения. Плоды тщательно сортируют, удаляя при этом все дефектные экземпляры, упаковывают в стандартные ящики и отправляют на реализацию.

Если плоды закладывают на хранение на месте производства,

то наиболее приемлема уборка с подсортированием при съеме с удалением мелких и поврежденных плодов. Затем продукцию укладывают в тару, товарную обработку проводят перед реализацией. Этот прием целесообразен при хранении плодов в контейнерах и в период массового сбора урожая.

Для сокращения потерь при хранении плодоовощную продукцию рекомендуют покрывать пленками, которые подавляют рост грибов, сохраняют вкусовые и товарные качества. В состав пленки входят (объемные доли, %): желатинизирующее вещество — 0,5...5; ацетилованный моноглицерид — 1...3; эфирное масло — 0,01...0,03; остальное — вода. Состав нагревают до температуры 25...30 °С, тщательно размешивают и погружают в него плоды и овощи. Затем их проветривают до застывания пленки и хранят при рекомендуемом режиме. Пленка обладает хорошей адгезией и избирательной газопроницаемостью, способствует увеличению диоксида углерода и уменьшению кислорода внутри плодов, что увеличивает сроки хранения.

Для повышения качества земляники, малины, черной смородины соблюдают следующие условия: подбирают устойчивые к грибным болезням сорта, сохраняют естественный иммунитет, проводят уборку в оптимальные сроки, используют малогабаритную тару, немедленно охлаждают урожай в полевых условиях и без замедления транспортируют к месту назначения с использованием искусственного холода.

Закладка на длительное хранение значительной части овощей, плодов и картофеля в местах производства с последующей регулярной поставкой в города позволяет сократить потери продукции на 10...15 %, объем перевозок снизить на 20...25 %, уменьшить потребность в инвентарной таре, наполовину сократить капитальные затраты на строительство хранилищ, а также расходы по заводу, хранению и реализации продукции. Кроме того, в города завозят часть нестандартной продукции. При товарной обработке овощей, плодов и картофеля в местах производства нестандартная часть, а также технический брак и отходы можно использовать на кормовые и технические цели.

Следовательно, снижение качества овощей, плодов и картофеля и потери их массы при хранении происходят в результате: затрат сухих веществ на дыхание; частичного испарения влаги; прорастания или израстания в ранневесенний период; физиологических расстройств; повреждения микроорганизмами; самосогревания; повреждения нематодами, клещами, насекомыми, грызунами; запаривания, удушья, подмерзания, механических повреждений (травмирования). Из всех перечисленных видов потерь правомержные, обусловленные биологической природой объекта хранения — потери массы сухого вещества в процессе дыхания и частично в результате испарения влаги. Данные поте-

ри учитываются нормами естественной убыли. Другие виды потерь продукции при хранении неправомерные, они могут и должны быть предупреждены. Для этого применяют комплекс мероприятий, направленных на повышение естественного иммунитета (лежкости); создают материально-техническую базу хранения; совершенствуют уборочные, сортировальные и загрузочно-разгрузочные машины; правильно транспортируют и хранят продукцию.

Комплекс мероприятий, направленных на сокращение потерь плодовоовощной продукции, включает: подбор сортов, обладающих повышенной лежкостью; применение системы агротехнических мероприятий, направленных на получение продукции, устойчивой к хранению; снижение механических повреждений при уборке, транспортировании; прогнозирование лежкости овощей, плодов и картофеля; предварительное охлаждение в полевых условиях скоропортящихся плодов, ягод и овощей; совершенствование организации приемки продукции в местах производства; расширение объема контейнерных (тарных) перевозок; организацию и совершенствование послеуборочной обработки; рациональное использование нестандартной продукции в местах производства; создание современных хранилищ; соблюдение сортовой технологии хранения; организацию паспортизации условий выращивания с указанием количества применяемых минеральных удобрений, особенно азотных и пестицидов. Учитывая факторы, влияющие на лежкость овощей, плодов, картофеля, и причины, приводящие к неоправданным потерям в период хранения, в каждом конкретном хозяйстве, где часть выращенной продукции закладывают на хранение, следует разрабатывать планы мероприятий, направленных на сохранение продукции и сокращение потерь ценных в биологическом отношении овощей, плодов и ягод.

§ 7. Режимы хранения картофеля, овощей и плодов

Классификация режимов хранения. Для успешного хранения картофеля, овощей и плодов в стационарных и полевых хранилищах учитывают следующие факторы абиотической среды: температуру продукции и окружающей среды; влажность воздуха окружающей среды; доступ воздуха и его газовый состав в массе продукции и в окружающей среде. Для рассматриваемой группы продуктов применяют в основном два режима хранения: в охлажденном состоянии (в условиях термоанабиоза в модификации психоанабиоза); в охлажденном состоянии и РГС или МГС, то есть в условиях наркоанабиоза или аноксанабиоза.

Основы режима хранения продукции в охлажденном состоянии. При пониженных температурах, близких к 0 °С, ослабевает

или подавляется жизнедеятельность всех компонентов, входящих в состав насыпи продукции. При этом снижается интенсивность дыхания живых клеток (тканей плодов и овощей, микроорганизмов, нематод, клещей, насекомых); задерживается активное развитие микроорганизмов; значительно увеличивается или приостанавливается продолжительность цикла развития нематод, клещей и насекомых.

Хранению овощей, плодов и картофеля в охлажденном состоянии способствует их плохая тепло- и теплопроводность. В связи с этим в средней зоне страны возможно сохранять данную продукцию, используя пониженные температуры в осенне-зимне-весенний период, благодаря естественному холоду, а на юге использовать искусственный холод. Медленно устанавливается такой режим в хранилищах с естественной приточно-вытяжной вентиляцией, быстрее — в хранилищах, оборудованных установками для активного и принудительного вентилирования, и еще быстрее при размещении продукции в холодильниках с искусственным охлаждением. Во многих климатических зонах нашей страны возникает необходимость защиты хранимых продуктов на тот или иной срок от переохлаждения (промораживания и замерзания). Для этого помещение отапливают с помощью калориферов, электро- и воздухоподогревателей, генераторов.

Оптимальная температура хранения, а иногда и влажность воздуха значительно колеблются в зависимости от физиологического состояния (завершены или нет процессы созревания, прошли или нет раневые реакции у картофеля и корнеплодов, проведена или нет сушка лука и т. д.), вида продукта, условий и техники уборки. На результаты хранения влияет также поврежденность продукции микроорганизмами, нематодами, клещами и насекомыми.

В государственных стандартах на овощи и картофель, заготавливаемые, поставляемые и реализуемые в розничной торговой сети, установлены оптимальные режимы и сроки хранения. Например, в стандарте на свежие яблоки режимы хранения дифференцированы по сортам и степени зрелости. В международных стандартах ИСО приведены оптимальные режимы хранения свежих овощей и плодов в холодильных камерах и газовых средах с учетом их сортовой специфики. Для осуществления рекомендуемых режимов обязательно проверяют температуру воздуха и хранящейся продукции, а также относительную влажность воздуха. Температуру в нижнем ярусе измеряют на высоте 0,2 м от пола вблизи дверей или ворот хранилища, в среднем ярусе на высоте 1,6...1,7 м от пола в середине прохода, а иногда на расстоянии 0,4...0,6 м от потолка. Относительную влажность воздуха фиксируют в среднем ярусе с помощью психрометров или гигрографов. Современные хранилища оборудуют автоматизиро-

ванными системами поддержания режима хранения (установки ШАУ-АВ, «Среда-1», «Среда-2»).

Условия и режимы хранения контролируют с помощью стандартизированных средств, прошедших государственную или ведомственную поверку, результаты которой оформляют в установленном порядке. Для контроля режимов хранения рекомендуют следующие приборы: для измерения температуры — термопреобразователи сопротивления ГСП типов ТСП и ТСМ с предельными значениями измерений — 25...25 °С, мост КСМ-4 автоматический уравновешенный переменного тока с теми же интервалами температур и погрешностью показаний $\pm 0,25$ °С; для измерения относительной влажности воздуха — гигрометр «Волна-2М» и систему «Дельта-1» с предельным значением измеряемой величины 0...100 % при рабочей температуре 0...60 °С; психрометр аспирационный М-34 с предельным значением измеряемой величины 10...100 % при рабочей температуре — 10...40 °С (погрешность измерений всех гигрометров ± 2 %).

Контроль физических условий и режимов хранения семечковых плодов проводят не реже двух раз в сутки. При наличии дистанционных средств — не реже чем через каждые 2 ч. Погрешность определения (измерения) значений относительной влажности воздуха в контрольных точках не должна превышать ± 3 %, температуры $\pm 0,5$ °С. Результаты наблюдений записывают в журнал.

Основы режима хранения продукции в РГС. В типовых проектах холодильников 25 % объема отводят под камеры, оборудованные установками, обеспечивающими стабильное поддержание не только температурно-влажностного режима, но и газового состава среды. Овощи и плоды, заложенные в холодильные камеры с РГС, дольше сохраняют товарные качества, биологическую и витаминную ценность, консистенцию и аромат. Это объясняется прежде всего тем, что при снижении в воздухе окружающей среды концентрации кислорода подавляется жизнедеятельность живых компонентов овощей, плодов и картофеля. При таких условиях у плодов значительно позже наступает климактерический период, меньше расходуется сухих веществ в процессе дыхания, а следовательно, снижается естественная убыль. Уменьшается активность микрофлоры, находящейся на поверхности плодов и овощей, погибают нематоды, клещи и насекомые.

Стабильное поддержание газовой среды обеспечивают газогенераторы. Газовый состав воздуха в камерах устанавливают с учетом сортовых особенностей плодов и овощей. Газовые среды подразделяют на три типа: нормальные, когда сумма процентов диоксида углерода и кислорода составляет 21 % (например, CO_2 — 5 и O_2 — 16 или CO_2 — 9 и O_2 — 12); субнормальные, когда резко понижено содержание кислорода (до 3...5 %), а ко-

личество диоксида углерода сохраняется на высоком уровне (2...5 %); среды без диоксида углерода при пониженной концентрации кислорода (3 %). Выбор газовой среды зависит от вида хранимых продуктов и технических возможностей.

Положительное воздействие повышенных концентраций диоксида углерода и пониженных — кислорода проявляется в следующем: снижении интенсивности дыхания (как следствие процесса, сокращаются потери сухих веществ, то есть замедляется распад сахаров, крахмала, пектиновых веществ, хлорофилла, кислот, уменьшается тепло- и влаговыделение); замедлении процессов дозревания и более позднем наступлении климактерика у плодов; продлении сроков хранения. Отрицательное действие рассматриваемого фактора проявляется: в повышенной чувствительности овощей и плодов к низкотемпературным повреждениям при измененном газовом составе воздуха; усилении побурения мякоти, особенно в зоне семенной камеры у яблок; появлении загара и образовании пустот в плодах; ухудшении вкуса (негармоничный, у капусты появляется несвойственный сладкий привкус); ослаблении устойчивости к поражению фитопатогенными микроорганизмами; в образовании недоокисленных продуктов обмена веществ (спирта, ацетальдегида и др.).

Иногда под действием повышенных концентраций диоксида углерода и при наличии на плодах конденсата возникает специфический ожог поверхностных тканей (диоксид углерода, растворяясь в капле воды, образует кислоту). Под воздействием пониженных концентраций кислорода плоды поражаются пухлостью, на поверхности кожицы образуются водянистые пятна, красные яблоки изменяют окраску (появляются голубые пятна).

Все факторы абиотической среды тесно взаимосвязаны с объектами хранения. Общие рекомендации по хранению ценных овощей, плодов, винограда и citrusовых уточняют для конкретного региона страны, хозяйства, а затем распространяют на промышленные партии. При этом предупреждают низкотемпературные повреждения, выпадение конденсата и поддерживают режим, при котором процессы обмена в овощах и плодах протекают сбалансированно и не проявляются физиологические заболевания.

Состав газовой среды в камерах холодильников или плодохранилищах с РГС проверяют переносным газоанализатором ВТИ-2 или используют более совершенную стационарную автоматизированную установку САГ-1 (одновременно обслуживает шесть камер).

Хранение отдельных видов продукции. Хранение каждого вида продукции имеет свои особенности.

Картофель. Режим хранения картофеля подразделяют на четыре периода: лечебный, охлаждения, основной и весенний.

В лечебный период клубни любого целевого назначения хранят при температуре 12...18 °С, относительной влажности воздуха 90...95 % и свободном доступе воздуха в течение 8...10 сут. Режим хранения в этот период поддерживают с помощью активного вентилирования. Картофель вентилируют теплым воздухом пять-шесть раз в сутки по 30 мин с интервалами 3...4 ч. При таком вентилировании клубни быстро обсушиваются. Если они не дозрели, кожа не окрепла и имеет значительные механические повреждения, продолжительность лечебного периода затягивается до двух-трех недель.

При охлаждении картофель вентилируют ночью наружным воздухом или смесью его с воздухом хранилища. Удельная подача воздуха в насыпь $70...100 \text{ м}^3 / (\text{ч} \cdot \text{т})$. Скорость охлаждения 0,5...1 °С в сутки до выхода на основной режим как для картофеля, так и для всех овощей.

В основной период для продовольственного картофеля температуру поддерживают на уровне 2...4 °С. Вентилируют кратковременно, периодически, чтобы сменить воздух межклубневых пространств, выравнять температуру по высоте насыпи, удалить тепло, выделяемое при дыхании живых компонентов, и поддержать заданный температурный режим. Вентилируют в этот период примерно два-три раза в неделю по 30 мин.

Для семенного картофеля разработана сортовая технология хранения. Оптимальные параметры температуры в основной период хранения для сортов Раменский и Фаленский 1,5...2 °С; Домодедовский, Темп, Лошицкий, Смена 2...3; Сотка 3...4; Столовый 19, Дружный, Гатчинский 3...5 °С. При таком режиме клубни лучше сохраняют семенную продуктивность с минимальной потерей массы.

Если картофель используют на переработку (чипсы, соломку, хлопья и др.), его хранят в основной период при температуре 7...8 °С. Такой режим предупреждает накопление сахаров в клубнях. Содержание сахаров в картофеле возрастает с понижением температуры (рис. 70). Возрастание сахаров в клубнях при низких температурах в значительной степени обратимо. Для этого температуру повышают до 10...20 °С. Чем выше температура, тем быстрее снижается количество сахаров.

При хранении в клубнях одновременно идут два процесса в углеводном комплексе: гидролиз крахмала до сахаров и превращение сахаров в крахмал. Наиболее согласованно они проходят при температуре около 10 °С. С изменением температуры скорость гидролиза и ресинтеза изменяется, что объясняется различной каталитической активностью ферментов, ответственных за направление процессов в углеводном комплексе. При снижении температуры с 20 до 0 °С гидролиз крахмала уменьшается на одну треть, скорость реакции ресинтеза крахмала из сахаров

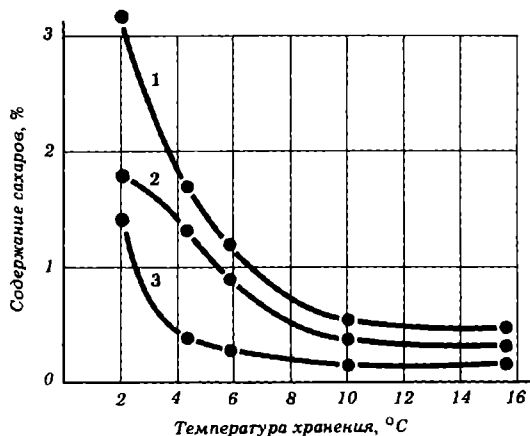


Рис. 70. Содержание сахаров в картофеле сорта Мажестик, хранившемся четыре недели при различной температуре:

1 — общее; 2 — $C_6H_{12}O_6$; 3 — $C_{12}H_{22}O_{11}$.

уменьшается в 20 раз, а скорость потребления сахаров в процессе дыхания — в три раза. Следовательно, со снижением температуры скорость всех реакций заметно ослабевает, особенно замедляется реакция ресинтеза крахмала, вследствие чего в клубнях накапливаются сахара. Большое количество сахаров снижает вкусовые качества картофеля, отрицательно влияет на его технологические свойства. При низкой температуре в отсутствие кислорода не накапливаются ни сахароза, ни гексозы. При концентрации кислорода 3% накопление сахарозы незначительно, а количество гексозы возрастает при содержании кислорода 1%. Конечный продукт гидролитического расщепления крахмала — мальтоза. В свою очередь, с помощью фермента α -глюкозидазы (мальтазы) она может разрушиться до глюкозы, затем последует превращение во фруктозу и синтез сахарозы вплоть до образования равновесной смеси.

В результате хранения при низких температурах (0...1 °C) часто проявляются физиологические заболевания (потемнение мякоти или образование дуплистости) клубней. Однако весной температуру в насыпи картофеля снижают (но не ниже чем до 1,5...2 °C) для предупреждения прорастания клубней. Кроме того, осенью их обрабатывают гидрелом — перед закладкой на хранение или ГМ-На — в поле за две — четыре недели до уборки по неувявшей ботве.

Если картофель заложен на хранение правильно, то сплошную переборку не проводят, так как это способствует распростра-

нению микробной инфекции и большому поражению продукции. При возникновении очагов поражения выбирают больные клубни. Перебирают картофель обычно в конце хранения.

Для подготовки к реализации продовольственный картофель 3...4 сут обрабатывают теплым наружным воздухом (10...12°C). Прогревание снижает травмирование. После сортирования клубни вновь охлаждают.

Семенной картофель подразделяют на базисный (супер-суперэлита; суперэлита, элита) и репродукционный (первая и последующие репродукции). Протравливают семенные клубни не позднее чем через 3...5 сут после уборки препаратами: Текто 450 (60...90 мл растворяют в 2...5 л воды на 1 т клубней); поликарба-цин — 2,6...2,7 кг/т; пентатиурам — 2,8...3,5; ТМТД — 2,1...2,5; цинеб — 0,5...1 кг/т. Любой из указанных препаратов разводят в 5 л воды, а при возможности дополнительной обсушки клубней после обработки препарат разводят в 10 л воды. В процессе закладки на хранение семенные клубни опрыскивают или смачивают протравителем в машине «Гуматокс-С».

Против фитофтороза, всех видов парши, мокрой гнили семенной и продовольственный картофель обрабатывают формалином, 40 %-м водным раствором (в. р.), — 0,4 л/т. Затем клубни выдерживают под брезентом 4 ч. Обрабатывают клубни в закромах хранилищ с активным вентилированием. Поддоны с большой площадью испарения, в которых залит формалин (2...3 мл водного раствора препарата на 1 т картофеля), помещают около внутренней заборной шахты вентиляторов. Их включают на 5...6 ч при открытых шиберах во всех закромах, где протравливают картофель. Воздух, насыщенный парами формалина, поступает ко всем клубням. Наружные люки в шахтах вентиляторов, вытяжные трубы и ворота хранилища закрывают. После окончания операции в течение суток проводят дегазацию хранилища и поддерживают в нем температуру лечебного периода. Затем переходят на основной режим хранения с учетом сортовых особенностей. Семенной картофель, не обработанный осенью, протравливают весной. Максимально допустимый уровень указанных препаратов в картофеле следующий (мг/кг): Текто-450; ТМТД, поликарбацин — 1; цинеб — 0,1; каптан — 0,35.

Перед посадкой семенной картофель 7...10 сут прогревают теплым воздухом. Это не только снижает механические повреждения при сортировании, но и стимулирует ростовые процессы в тканях глазков.

Картофель хранят чаще всего сплошной насыпью или в закромах, а также в контейнерах. При хранении в контейнерах с полиэтиленовыми вкладышами в течение 6 мес естественная убыль в 1,7 раза меньше, а общие потери массы — на 3,3 % ниже, чем без вкладышей.

При отсутствии автоматизированного поддержания температурного режима в хранилищах, загружаемых сплошным слоем, и закромах с активным вентилированием в насыпь картофеля устанавливают вытяжные термометры (типа буртовых). Наряду с ртутными, спиртовыми используют термометры сопротивления, или термодатчики, которые устанавливают при дистанционном контроле температуры. Применяют систему УБС ДКТ-Б дистанционного контроля температуры. В комплект входят: дистанционные термометры ДТ, переносные приборы Р5-76, распределительные щитки РЩДТ-1, защитные фильтры ФДТ.

В процессе хранения наблюдают за состоянием клубней. Пробы для анализа отбирают осенью при закладке, два раза в период хранения и весной перед реализацией в соответствии с действующими стандартами.

Корнеплоды столовые, кормовые, маточники. Режим хранения корнеплодов подразделяют на лечебный; период охлаждения; основной; весенний. Все корнеплоды и маточники для ускорения раневых реакций первые 10 сут хранят при температуре 10...12 °С и относительной влажности воздуха 90...95 %. Для поддержания режимов хранения корнеплодов при активном вентилировании удельная подача воздуха в насыпь составляет 50...70 м³/(ч·т). Затем все корнеплоды охлаждают со скоростью 0,5...1 °С в сутки. Продолжительность периода 10...15 сут. В основной период хранения (6...7 мес и более) для корнеплодов поддерживают температуру 0...1 °С, для маточников 1 °С и относительную влажность воздуха 90...98 %.

Весной столовые корнеплоды сортируют лишь после того, как их температуру поднимут до 10 °С, чтобы предупредить сильные механические повреждения. Перед посадкой маточники выдерживают в хранилище при температуре 12...15 °С в течение 7 сут для стимулирования ростовых процессов верхушечных почек.

Качество столовой моркови определяют осенью при закладке на хранение, в процессе хранения и перед реализацией, руководствуясь действующими стандартами. Для предупреждения грибных болезней маточные корнеплоды моркови протравливают ТМТД (6...8 кг/т). Обработку проводят перед закладкой на хранение и весной перед высадкой в поле. Максимально допустимые уровни ТМТД 1 мг/кг.

В основном корнеплоды хранят в закромах, насыпью и в контейнерах. При хранении моркови в контейнерах с полиэтиленовыми вкладышами общие потери сокращаются в два раза, убыль массы — на 30 % по сравнению с хранением без вкладышей.

Известен способ хранения моркови в защитном слое глины. Покрывание корнеплодов тонким слоем глины обеспечивает более

высокую сохраняемость моркови по сравнению с обычным способом. Корнеплоды опускают в корзинах в смесь глины с водой (глины 250 кг и воды 200 л на 1 т моркови), затем извлекают и хранят в закромах.

Весной и летом корнеплоды часто перегружают в холодильники или снегут. Хуже других хранятся петрушка и морковь. Относительно хорошей лежкостью обладает морковь сортов Московская зимняя А-55, Витаминная 6, Консервная, Шанте-нэ 2461, Лосиноостровская 13, Артек, НИИОХ 336. На длительное хранение закладывают свеклу с хорошей лежкостью (Одноростковая, Холодостойкая 19, Несравненная А-463, Хавская, Бордо 237, Грибовская плоская А-473). Хорошо хранится репа сорта Петровская 1, а брюква — Красносельская. Для хранения пригодны сорта редьки Одесская 5, Зимняя круглая черная, Зимняя круглая белая; петрушки — Сахарная, Урожайная; пастернака — Круглый; сельдерея — Корневой, Грибовский и Яблочный.

Капуста. Режим хранения капусты белокочанной и краснокочанной продовольственного назначения подразделяют на два периода: охлаждение и основной. Для длительного хранения капусту убирают с четырьмя—шестью плотно прилегающими зелеными листьями и быстро охлаждают ее в хранилище. Скорость охлаждения 0,5...1 °С в сутки, удельная подача воздуха 100...150 м³/ (ч·т). В основной период хранения поддерживают температуру — 1...0 °С и относительную влажность воздуха 90...98 %. При этом режиме капуста белокочанная среднеспелых сортов (Слава 1305, Ладожская 22) и позднеспелых с плохой лежкостью (Московская поздняя 15) хранится 2...4 мес. Капуста белокочанная сортов Амагер 611, Подарок 250, Надежда, а также краснокочанная сорта Гако хранится 5...6 мес, сортов Зимовка 1474, Харьковская зимняя, Белоснежка и др. 7...8 мес. Хорошей лежкостью обладает капуста белокочанная сортов Столичная, Русиновка и краснокочанная сорта Каменная головка.

До реализации кочаны не зачищают, так как это способствует распространению болезней. Маточники капусты белокочанной и краснокочанной хранят при температуре 1...2 °С. В таких условиях хорошо дифференцируют почки. У раннеспелых сортов этот процесс проходит быстрее и кочаны начинают израстать задолго до высадки в поле. Весной для предупреждения израстания температуру в хранилище снижают до 0 °С, за 10...15 сут до высадки маточники прогревают до температуры 10...15 °С, чтобы стимулировать рост верхушечной почки.

Маточники капусты сортов Амагер 611, Подарок, Белорусская 455, Номер первый грибовский 147 в северо-западной зоне при активном вентилировании можно хранить сплошным слоем до 3 м. При этом выход маточников из хранилища составляет

96...98 %. Вместимость хранилища возрастает более чем в четыре раза, затраты на хранение 1000 маточников снижаются на 73 %. Капуста цветная хорошо хранится 1...2 мес при температуре 0...0,5 °С, савойская при той же температуре 4...8 мес, брюссельская до 1 мес. Кольраби сохраняется 5...8 мес. Для всех разновидностей капусты при хранении поддерживают относительную влажность воздуха 90...95 %.

Лук репчатый. Режим хранения дифференцируют на: подготовительный период (просушивание, прогревание); охлаждение; основной и осенний. Ворох лука после копателя ЛКГ-1,4 и просушивания в поле включает 20 % почвенных и растительных примесей. Его обрабатывают на линии ПМЛ-6: лук попадает в приемный бункер ПБ-15 с подвижным дном, затем по наклонному транспортеру поступает на грохотный очиститель ОГЛ-6, где из вороха выделяются мелкие почвенные и растительные примеси. На переборочном столе СПЛ-6 отбирают крупные комья земли и оставшиеся сорняки. С переборочного стола лук поступает в барабанную отминочную машину ЛПС-6А, которая разделяет гнезда, частично отминает листья, выдувает легкие примеси и подает ворох на вальцовый очиститель ОВЛ-6, который отделяет листья от луковиц. Затем лук сортируют в машине СЛС-7А на две фракции: стандартную и нестандартную (поперечный диаметр овальных сортов более 3 см, остальных 4 см). На переборочном столе отбирают гнилые и поврежденные луковицы, дочищают листья.

При неблагоприятных погодных условиях ворох направляют на сушку, используя напольные сушилки с воздухоподогревателями ВПТ 600. Режим сушки при высоте насыпи 2...2,5 м: температура подогретого воздуха 25...35 °С, расход воздуха не менее 400...500 м³/(ч·т). Когда влажность кроющих чешуй достигает 14...16 %, луковицы прогревают 12...24 ч при температуре 42...45 °С против возбудителей шейковой гнили, ложной мучнистой росы и других заболеваний. После прогревания лук быстро охлаждают. Искусственная сушка снижает потери лука при хранении в два—четыре раза по сравнению с просушиванием в поле. Для послеуборочной обработки лука выпущена новая линия ЛДЛ-10.

Если лук-репку хранят в местах производства и реализуют непосредственно потребителю, то продукцию помещают в хранилище, оборудованное холодильными установками. Лук острых сортов хранят при температуре —1...—2 °С, полустрых и сладких 0...1 °С и относительной влажности воздуха 80...90 %. Размещают лук в таре (полуконтейнерах, сетчатых и открытых полиэтиленовых мешках, установленных на стоечных поддонах, реечных ящиках и лотках, расположенных штабелями) или рассыпью (навалом) слоем 2,5...4 м при активном вентилировании.

При теплом способе лук репчатый хранят в основной период при температуре 18...22 °С и влажности воздуха 60...70 % (в комнатных условиях). Применяют и комбинированный холодно-теплый способ: осенью до наступления устойчивых холодов в хранилище поддерживают температуру 18...22 °С, затем лук охлаждают и хранят при температуре —1...—3 °С. В оттепель и весной лук переводят на теплый способ хранения. Комбинированный способ более экономичен, чем теплый.

Лук репчатый, закладываемый на семенные цели, обязательно хранят при положительных температурах (2...3 °С). Если температура ниже 0 °С или выше 18 °С, то в луковице задерживается процесс дифференциации почек и подготовка их к генеративному развитию. В результате снижается и урожай семян при высадке в поле.

Теплый способ хранения лука-матки острых сортов обеспечивает хорошую сохранность продукции, раннее стрелкование, цветение и созревание семян. Эффективно предпосадочное прогревание лука-матки острых сортов при температуре 18...25 °С в течение 15...25 сут, что также ускоряет рост и формирование генеративных органов в луковицах, а следовательно, цветение и созревание семян.

Лук-севок, предназначенный для выращивания товарной луковицы, и лук-выборок на перо хранят при такой температуре, чтобы они не давали стрелок, то есть исключают дифференциацию почек, и подготавливают их к генеративному развитию. Такие условия создаются при температуре ниже 0 °С или выше 18 °С. Процессы дифференциации почек зависят не только от температуры, но и от размера луковицы и, следовательно, от запаса в ней пластических веществ.

Для севка разработано несколько способов хранения. В районах с устойчивой зимой наилучший — холодно-теплый способ. Осенью и весной, когда температура наружного воздуха выше 0 °С, слой лука вентилируют воздухом температурой 18...25 °С, зимой с наступлением устойчивых холодов — воздухом температурой —3...—1 °С. Температура внутри вороха должна быть —2...—1 °С. Относительная влажность воздуха при положительных температурах 50...70 %, при отрицательных — 80...90 %.

В результате подобного хранения получают меньший отход лука-севка, снижаются расход топлива и эксплуатационные затраты. Отклонение от оптимального режима способствует увеличению отходов из-за распространения болезней и увеличения естественной убыли массы. Если погодные условия не позволяют организовать холодно-теплое хранение, то в течение всего периода поддерживают теплый режим при температуре 18...25 °С, чтобы избежать стрелкования луковиц во время вегетации. Для интенсивной технологии рекомендован лук сортов: раннеспелых

острых — Ранний желтый, гибрид Антей; среднеспелых острых — Молдавский, Мячковский; сладких — Оранжевый; среднепоздних острых — Солнечный. Эти сорта обладают хорошей лежкостью в зимне-весенний период, отличаются высокой урожайностью и плотной луковицей.

Чеснок. Головки чеснока продовольственного назначения и маточки хранят так же, как и лук: просушивают, прогревают, охлаждают (продовольственный — до отрицательных температур, а маточки — до низких положительных). Влажность воздуха поддерживают на уровне 70 %. Для хранения рекомендуют следующие сорта: Дунганский местный, Украинский белый местный, Сочинский 56, Новосибирский, Сибирский, Юбилейный грибовский.

Для сокращения потерь массы и сохранения качества чеснок обрабатывают парафином. После парафинирования он сохраняется при температуре $-3...-1$ °С в течение 9 мес. Парафин подогревают до температуры плавления и на 2 с опускают в него чеснок, который покрывается тонкой, мгновенно застывающей пленкой. Расход парафина 110...120 кг/т. В процессе хранения парафин трескается и осыпается.

Обрабатывают чеснок и составом из парафина (97...98 %) и моноглицерида-эмульгатора (2...3 %). Компоненты подогревают в ванне до температуры 60...70 °С, куда на 2...3 с погружают сетки с чесноком. Пластифицированный парафин за несколько секунд застывает равномерным слоем, покрывая всю поверхность чеснока. Средний расход состава 70...75 кг/т, в том числе моноглицерида 1,5...2 кг/т, который исключает растрескивание и осыпание парафина. При хранении чеснока в закрытых полиэтиленовых мешках вместимостью 0,5 кг общие потери за 5 мес в 3,2 раза меньше, чем при хранении в открытых ящиках.

Томаты. В зависимости от спелости их хранят разные сроки. Спелые (красные) плоды при температуре 1...2 °С сохраняются 1 мес, розовые и бурые при температуре 4...5 °С — до 2 мес. Хранение розовых томатов при температуре ниже 4 °С приводит к обесцвечиванию плодов, потере твердости и сокращает срок хранения. Молочные и зеленые томаты дозаривают в камерах с этиленом. Оптимальная температура для хранения зеленых томатов 12...21 °С, для твердых розовых и красных 8...10 °С; относительная влажность воздуха 90 %.

Для потребления в свежем виде и промышленной переработки рекомендуют томаты сортов Москвич, Невский, Грунтовый грибовский 1180, Алпатьева 905-а, Неман, а также Факел, Ермак, Новинка Приднестровья, Ракета, Волгоградский 5/95, Свитанок и др. Для интенсивной технологии применяют томаты сортов: среднеранних — Лебяжинский, Ракета, Радуга Молдовы; среднеспелых — Факел; среднепоздних — Новинка Кубани; позднесе-

лых — Ермак, Олимпиец. Эти сорта устойчивы к механическим воздействиям, транспортабельны и урожайны. У томатов сорта Глория содержание сухих веществ составляет 6 %.

Перец сладкий и баклажаны. Хранят 1...2 мес при температуре 8...10 °С и относительной влажности воздуха 85...90 %. Их укладывают в ящики и устанавливают в штабеля. Такой режим применяют и при хранении перца острых сортов.

Огурцы. Удовлетворительно сохраняются до двух недель при температуре 6...8 °С и относительной влажности воздуха 85...95 %.

При хранении тепличных огурцов соблюдают следующие температурные режимы (°С): при использовании тары открытого типа (ящики) 8...10; при применении полиэтиленовой упаковки, РГС и атмосферы с пониженным давлением 12...14. Продолжительность хранения (сут): в ящиках — 5...10; в ящиках с полиэтиленовыми вкладышами толщиной 30...40 мкм — 10...15; в пакетах из полиэтиленовой пленки толщиной 30 мкм — 15...20; в РГС (СО₂ — 5...6 %, О₂ — 3...5, N₂ — 90...91 %) — 30...35; в атмосфере с пониженным давлением — 40...45. Для интенсивной технологии рекомендованы огурцы сортов и гибридов: Совхозный, Садко, Конкурент, Кустовой, Парад, Нежинский 12, Нежинский местный.

Тыква. Хранится лучше других культур благодаря хорошим покровным тканям, плотной мякоти и биохимическим особенностям. В период хранения в плодах протекает гидролиз крахмала, увеличивается количество сахаров, улучшаются вкусовые и питательные качества. Плоды лучше всего хранятся при температуре 6...8 °С и относительной влажности воздуха 70...75 %. Применяют закромный и контейнерный способы размещения. Тыква хорошо сохраняется в комнатных условиях. Плоды сортов Мозолевская 15, Украинская многоплодная, Миндальная 35 хранятся 1...3 мес; Столовая зимняя А-5, Грибовская зимняя 4...6 мес. Кабачки цуккини хранятся 6...7 мес при режимах, рекомендуемых для тыквы.

Арбузы. Не дозревают в период хранения. Поэтому их закладывают спелыми. Продолжительность хранения 2...3 мес при температуре 3...4 °С и влажности воздуха 80 %. Размещение контейнерное и закромное. Пригодны для хранения арбузы сортов Салют, Таврийский, Астраханский, Подарок Холодова, Мелитопольский.

Дыня. Плоды сохраняются до 7 мес при температуре 2...4 °С и влажности воздуха 70...80 %. Способы хранения: стеллажный, подвешивание в сетках, в таре (ящики, контейнеры). Наиболее пригодны для хранения дыни сортов Гуляби (зеленая, оранжевая, Сары 497, Кара местная), Кой-баш, Таврия, Сайли и др.

Зеленные овощи (салат, шпинат, лук-порей, сельдерей и др.). Это скоропортящаяся продукция, которая сохраняется только в течение нескольких дней и быстро теряет свои товарные качества. Температура хранения зеленных овощей 0...0,5 °С, влажность воздуха 95...98 %. Часто их пересыпают колотым льдом. Наиболее лежкие сорта салата кочанного — Ледяная гора, Берлинский желтый.

При хранении зеленных овощей в полиэтиленовых пакетах с газовой смесью срок хранения увеличивается до 1...2 мес. Зеленый лук хранят в запаянных пакетах из полиэтилена толщиной 30 мкм при температуре 0,5 °С. Внутри пакета создается МГС (%): CO₂ — 2,5...3 и O₂ — 16,6...17,4. Пакеты запаивают после охлаждения лука для предупреждения образования конденсата. В камерах с РГС (CO₂ — 3 %, O₂ — 2 и N₂ — 95 %) зеленый лук хранят при температуре 0,5 °С и относительной влажности воздуха 90...95 % в течение 75 сут. Выход товарной продукции составляет 80...90 %.

Семечковые плоды. Данная группа объектов хранения включает яблоки, груши, айву.

Яблоки. Плоды сортов Пармен зимний золотой, Кальвиль снежный, а также поздних зимних сортов Бойкен, Ренет Симиренко и Ренет шампанский лучше сохраняются при температуре 0 ± 0,5 °С. Плоды летних сортов хранят при температуре —0,5...0 °С и относительной влажности воздуха 90...95 % всего 1 мес, осенних сортов 2...3 мес. Продолжительность хранения яблок зимних сортов 6...8 мес и более. Лежкие сорта — Ренет Симиренко, Ренет шампанский, Пепин шафранный.

Для яблок зимних сортов разработана сортовая технология хранения. Один день пребывания плодов после уборки при температуре 18...20 °С сокращает срок хранения на 10...15 дней. Поэтому все плоды после съема немедленно охлаждают тем или иным способом (см. стандарты).

Груши. Как и яблоки, дозревают во время хранения при низких положительных температурах. Вполне дозревшие груши хранят при температуре 0...1 °С. Оптимальная температура хранения груш —1...2 °С, относительная влажность воздуха 85...95 %. Плоды сортов Бере Боск, Деканка дю Комис при таком режиме затвердевают и перед реализацией не приобретают свойственных им вкусовых качеств, поэтому их снимают в полной съемной зрелости и сразу закладывают в холодильник. Два раза в месяц отбирают по три—пять ящиков для определения качества продукции. Если число заболевших плодов увеличивается более чем на 5 %, а также много перезревших, всю партию сортируют и реализуют.

На непродолжительное хранение при температуре —0,5...0 °С и относительной влажности воздуха 90...95 % закладывают гру-

ши летних и осенних сортов; плоды зимних сортов при этом режиме сохраняют свои товарные качества до 5...6 мес. Для длительного хранения используют сорта Бере Боск, Бере Арданпон, Вильямс зимний, Деканка зимняя, Оливье де Серр, Сен-Жермен. Долго сохраняются плоды сортов Бергамот осенний, Деканка осенняя.

Айва. Плоды сортов Мускатная, Мича урожайная, Самаркандская поздняя, Португальская хранятся 3...4 мес.

Косточковые плоды. Достигают потребительской зрелости на дереве. Недозрелые плоды не дозревают при хранении и не приобретают высоких качеств, как при созревании на дереве. Однако плоды, снятые в зрелом состоянии, хотя и отличаются высоким качеством, но не выносят длительного транспортирования и хранения.

Сливы. Режимы хранения слив приведены в таблице 59. Плоды сортов группы Венгерка хранят 3 мес в запаянных полиэтиленовых пакетах (толщиной 40...60 мкм) по 1...2 кг. Сливы предварительно охлаждают и выдерживают 15...20 ч при температуре 0 °С. Пакеты укладывают в ящики по два-три слоя, ящики помещают на поддоны и устанавливают в камере штабелями. За состоянием плодов и условиями хранения постоянно наблюдают. Перед реализацией в камере постепенно повышают температуру до 4...5 °С, выдерживают 1...2 сут. Реализуют сливы в тех же пакетах. Плоды без пакетов при комнатной температуре хранятся не более 3...5 сут.

Черешня и вишня. Для хранения собирают плоды, достигшие характерной для сорта величины и окраски, с плотной мякотью и зеленой плодоножкой. Их сортируют и упаковывают в ящики или лотки, выстланные бумагой, слоем не более 10 см. Ящики устанавливают на поддоны и помещают в камеры штабелями. Температуру поддерживают 0 ± 1 °С, относительную влажность воздуха 85...90 %. Продолжительность хранения две-три недели.

59. Режимы хранения слив*

Сорт	Температура, °С	Продолжительность хранения, сут
Анна Шлет	-1...0	40...60
Бертон	-1...0	60...80
Венгерка итальянская	-1,5...0	50...70
Тулеу Грасс	-2...0	60...70
Артон	0...1	20...30
Ренклюд:		
Бавэ	-2...0	50...70
Альтана	0...1	25...30

* Относительная влажность воздуха в камере хранения 90...95 %.

Черешня сортов Французская черная, Мелитопольская черная, Изюмная и некоторых других 1,5...2 мес сохраняется в полиэтиленовых пакетах толщиной 40 мкм, запаянных после охлаждения при температуре -1°C и относительной влажности воздуха 85...90 %. В пакетах создается МГС с повышенным содержанием диоксида углерода и пониженным — кислорода. Такая среда замедляет процесс созревания плодов.

Персики. Плоды для хранения снимают в конце съемной зрелости, когда они достигают характерной для сорта величины, основная окраска кожицы начинает желтеть, но мякоть остается плотной. Персики сортируют и упаковывают в ящики или лотки в саду и транспортируют на хранение. В камерах хранилища поддерживают температуру $\pm 1^{\circ}\text{C}$ и относительную влажность воздуха 85...90 %. Продолжительность хранения три-четыре недели. Персики сортов, выращиваемых для промышленной переработки, — Гудаутский консервный, Лауреат, Лола, Наринджи ранний, Наринджи средний, Наринджи поздний, Отечественный — сохраняются непродолжительно. У плодов новых столовых сортов — Золотая Москва, Маяковский, Молодежный, Муза — транспортабельность хорошая.

Абрикосы. Плоды приобретают лучшие качества при созревании на дереве, но в зрелом состоянии они нетранспортабельны. Абрикосы должны обладать плотной, но сочной мякотью с приятным ароматом. Собранные плоды после сортирования и упаковки помещают в камеры, где поддерживают температуру $-0,5...0,5^{\circ}\text{C}$ и относительную влажность воздуха 90...95 %. Хранение при температуре ниже $-0,5^{\circ}\text{C}$ вызывает внутреннее потемнение мякоти. Абрикосы крупноплодных сортов хранят три-четыре недели. Плоды столово-консервных сортов Арзами, Комсомлец, Консервный поздний, Краснощекинский, Никитский, Субхоны, Хурмаи, Ананасный цюрупинский, Парнас рекомендуют для непродолжительного хранения.

Цитрусовые плоды. Наибольшей лежкостью отличаются лимоны: они сохраняются до нового урожая благодаря растянутому периоду созревания. Почти так же долго сохраняются апельсины. Мандарины обладают меньшей лежкостью.

Лимоны хранят при температуре ($^{\circ}\text{C}$): зеленые 6...8, полужелтые 3...5, желтые 2...3. Оптимальная температура для апельсинов и мандаринов ($^{\circ}\text{C}$): зеленых 4...5, полужелтых 3...4, желтых 1...2. Относительная влажность воздуха в хранилище 85...90 %.

Виноград. Столовый виноград закладывают сразу после сбора и хранят при температуре 1...2 $^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха 90...95 %. Против грибных болезней продукцию окуривают сернистым ангидридом (1...1,5 г/м³) сразу после загрузки и за 10...12 сут до конца хранения. Кроме того, рекомен-

дуют применять таблетки метабисульфита калия (МТБК) из расчета 1,5...2 кг/т.

На длительное хранение (4...5 мес) закладывают виноград столовых сортов поздних сроков созревания: Октябрьский, Нимранг, Тайфи розовый, Тайфи белый, Шабаш (выращенный в Средней Азии и Крыму), Карабурну, Корна нягра (Молдова), Арарати (Армения), Пухляковский (Ростовская обл.). Хорошие результаты получают при хранении винограда в камерах с РГС (табл. 60).

60. Сохраняемость винограда в РГС*

Сорт	Состав газовой среды, %**		Выход полноценного винограда, %
	CO ₂	N ₂	
Агадаи	3	92	79,7
Дольчатый	3	92	81,2
Кировабадский столовый	5	90	87,5
Шабаш	5	90	89,4
Ранний ВИРа	5	90	90,6
Мускат дербентский	5	90	92,7

* Продолжительность хранения 200...210 сут.

** Содержание O₂ во всех случаях 5 %.

Ягоды. Черная смородина, красная смородина, крыжовник хранятся менее четырех — шести недель. Малина и земляника при оптимальных условиях — лишь несколько дней. Оптимальная температура хранения ягод 0...0,5 °С, относительная влажность воздуха 90...95 %. Земляника сохраняется 3...5 сут, а в камерах холодильника с РГС (CO₂ — 5...8 %, O₂ — 3 и N₂ — 89...92 %) при температуре 0...1 °С и относительной влажности воздуха 90...95 % — 15 сут. Дикорастущие ягоды (черника, голубика, брусника) хорошо сохраняются в МГС, создаваемой в полиэтиленовых пакетах (толщина пленки 30...60 мкм). Черника, голубика — до 15 сут, брусника — до 2 мес.

Клюкву хранят двумя способами. Сухое хранение проводят в чистых, проветриваемых помещениях без посторонних запахов при температуре 3...5 °С. Ягоды укладывают в корзины, ящики и бочки. Продолжительность хранения 8 мес. Мокрым способом клюкву хранят в бочках, заливая свежей холодной питьевой водой и покрывая деревянными крышками (они служат легким гнетом). По мере испарения воду доливают. Ягоды в таких условиях сохраняются до года с момента сбора.

Временно клюкву хранят в бочках вместимостью 100...150 л. Допустимо хранение ягод насылью слоем не более 25...30 см в неотопливаемых помещениях (2...5 °С) — до 10 сут с момента за-

кладки. В снежных буртах клюкву хранят до весны. Бочки ставят в один ряд и послойно засыпают снегом, опилками и снова снегом. Толщина укрытия 1...2 м. Бруснику хранят так же, как и клюкву.

§ 8. Способы хранения и размещения продукции

Для сохранения больших партий картофеля, овощей и плодов в свежем виде при оптимальных условиях применяют два основных способа хранения: полевой — в буртах и траншеях, то есть в наиболее просто устроенных приспособлениях, с использованием грунта в качестве основной изотермической и гидроизоляционной среды (такое хранение нередко называют временным); стационарный — в специально построенных или приспособленных хранилищах. С учетом особенностей режимов хранения отдельных продуктов создают специализированные картофеле-, овоще- (даже специальные для некоторых овощей, например лука, капусты, корнеплодов) и плодохранилища. Строят и универсальные (комбинированные) хранилища для хранения в отдельных камерах различных объектов, в том числе продуктов переработки овощей и плодов.

При полевом хранении картофель и овощи размещают в траншеях и буртах несколькими способами: насыпью с переслойкой влажной землей или песком; насыпью без переслойки, но с приточно-вытяжной вентиляцией; насыпью с устройством активной вентиляции; насыпью в крупногабаритных буртах с активной вентиляцией. При стационарном способе хранения плодовоовощную продукцию размещают: в закромах хранилища, оборудованных приточно-вытяжной вентиляцией, с высотой загрузки 1,2...1,5 м; насыпью в крупных закромах, оборудованных активной вентиляцией, с высотой загрузки 2,5...4 м (иногда до 5...6 м); сплошной насыпью (навалом) в хранилищах, оборудованных активной вентиляцией, с высотой загрузки 2,5...5 м; в таре на поддонах с высотой восемь—десять ящиков и три—шесть рядов контейнеров (хранилище оборудуют принудительной вентиляцией, высота загрузки 5...5,5 м); в штабеле ящичных поддонов под полиэтиленовой накидкой с силиконовой вставкой; в ящиках, контейнерах с полиэтиленовыми вкладышами; в полиэтиленовых контейнерах с силиконовыми вставками; в полиэтиленовых мешках, пакетах и др. На стеллажах, насыпью или пирамидками продукцию размещают редко из-за нерационального использования объема хранилищ.

Нормами технологического проектирования предприятий по хранению и обработке картофеля и плодовоовощной продукции (ОНТП-6—86) предусмотрена определенная высота складирования (м): для картофеля семенного, продовольственного и кормо-

вого назначения при хранении насыпью 6, в таре 5,5; для свеклы и брюквы продовольственных соответственно 5 и 5,5; маточников свеклы и брюквы 4 и 5,5; моркови, репы, редьки, капусты продовольственной и маточников 2,8 и 5,5 м; корнеплодов петрушки и сельдерея 5,5 (в таре); лука-выборка, лука-севка, лука-матки и лука-репки 3,6 и 5 м; чеснока 1,5 и 5 м.

Объем помещений на 1 т картофеля при сплошной насыпи составляет 1,5 м³; при контейнерном размещении 2,5; при хранении в мелкой таре (ящиках) 3,5...4 м³. В связи с этим мелкую тару для таких продуктов заменяют на крупногабаритные контейнеры, что позволяет более рационально использовать объем хранилища и сократить механические повреждения картофеля, овощей и плодов.

Транспортируют и хранят продукцию в контейнерах вместимостью 400...500 кг или полуконтейнерах СП-5-0,45 и СП-5-0,45-2 вместимостью 250...300 кг.

Увеличиваются объемы загружаемой продукции в бурты. Такой способ хранения овощей и картофеля в крупногабаритных буртах (300...600 т) возможен лишь при сочетании полевого способа хранения с активным вентилированием. Благодаря активному вентилированию продукция в крупногабаритных буртах обсушивается, охлаждается и сохраняется при оптимальном режиме.

В стационарных хранилищах объекты размещают так, чтобы не было несовместимого хранения, которое приводит к повышенным потерям массы и качества из-за отсутствия оптимальных условий для каждого вида продукции. Например, если хранить картофель и капусту в одном хранилище при оптимальном режиме для картофеля, то капуста поражается серой гнилью, у нее быстрее заканчивается процесс дифференциации верхушечной почки, кочаны начинают трескаться и теряют товарный вид. Если создать режим, установленный для капусты, то клубни приобретают сладкий вкус, возникают физиологические расстройства, приводящие к почернению сердцевины, возможно и подмерзание. Несовместимо также хранение картофеля с луком. Последний при этом заболевает серой шейковой гнилью, прорастает и теряет товарные качества. Стационарные хранилища специализируются по видам продукции, закладываемой в них. При направленной технологии выращивания с загрузкой отсортированной продукции в контейнеры в хозяйствах, последующим транспортированием и хранением ее в тех же контейнерах в оптимальных условиях, учитывающих сортовую специфику, повышается выход товарной (стандартной) продукции после хранения.

§ 9. Хранение картофеля и овощей в буртах и траншеях

Бурты и траншеи. Полевой способ хранения овощей и картофеля распространен в нашей стране и за рубежом. Утверждены международные стандарты на этот способ хранения: СТ ИСО 5525—80 «Картофель. Хранение на открытом воздухе (в буртах)» и СТ ИСО 6000—81 «Капуста кочанная. Хранение на открытом воздухе».

Бурты называют валообразные кучи овощей или картофеля, уложенные на грунте (на поверхности земли или в неглубоком длинном котловане) и укрытые какими-либо термо- и гидроизоляционными материалами. Траншеи — канавы, вырытые в грунте, в которые засыпают овощи и картофель. Подобно буртам, траншеи также укрывают (рис. 71 и 72).

При правильной закладке картофеля и многих овощей в бурты и траншеи и надлежащем уходе за ними хранение может быть вполне успешным. Сохранность продуктов при таких способах основана на физических свойствах грунта и физиолого-био-

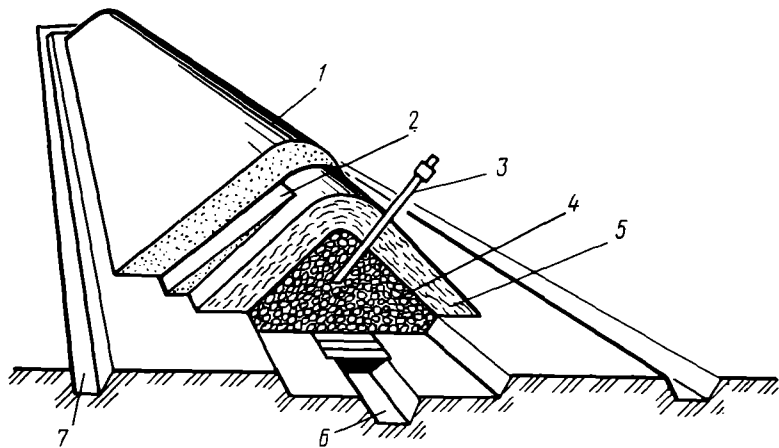


Рис. 71. Разрез бурта картофеля:

1 — окончательное укрытие землей; 2 — первое укрытие землей; 3 — буртовой термометр; 4 — картофель; 5 — солома; 6 — приточный канал; 7 — канавка для стока воды.

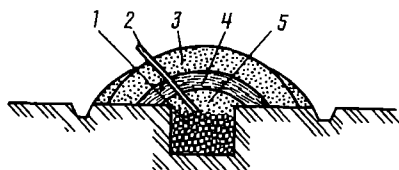


Рис. 72. Поперечный разрез траншеи: 1 — корнеплоды; 2 — буртовой термометр; 3 — земля; 4 — солома; 5 — первоначальное укрытие землей.

химических процессах, протекающих в насыпи клубней, корнеплодов и других объектов хранения. Вследствие плохой теплопроводности грунта и в известной степени его изотермических свойств, а также тепло- и газообмена в хранящихся продуктах в бурте и траншее создают довольно стационарный режим хранения, приближающийся к оптимуму как по температуре, влажности воздуха, так и по составу газовой среды. От регулирования теплообмена и состояния газовой среды во многом зависит и сохранность продуктов. При недостаточном теплообмене развивается самосогревание, при избыточной теплоотдаче — промерзание продуктов по углам бурта или полное промораживание.

В буртах и траншеях хранение достаточно герметичное (в так называемых глухих траншеях и буртах) или с необходимым воздухообменом, в результате которого довольно быстро регулируют температуру в продукте и аэрируют его. При хранении картофеля лучшие результаты получают, если содержание диоксида углерода в воздухе бурта или траншеи составляет 2...3, кислорода 16...18 %.

В зависимости от вида закладываемых продуктов и географического положения хозяйства используют бурты и траншеи различных размеров. На юге более стационарный режим хранения создают в траншеях. Таким способом там хранят картофель, свеклу, капусту и др. В Нечерноземной зоне больше распространено буртовое хранение картофеля, свеклы и капусты и траншейное моркови, сельдерея, петрушки и репы. В районах с очень холодной зимой применяют более глубокие траншеи и широкие бурты (табл. 61).

61. Размеры (м) буртов и траншей

Зона	Картофель и корнеплоды			Капуста		
	Ширина	Заглубление котлована	Длина	Ширина	Заглубление котлована	Длина
<i>Бурты</i>						
Южная	1...1,2	0...0,2	12...15	1...1,2	0	8...10
Северо-Западная	1,5...2	0...0,2	15...20	1,4...1,6	0...0,2	10...12
Нечерноземная	2...2,2	0,2...0,4	15...20	1,8...2	0...0,2	10...12
Урал, Поволжье	2,3...2,5	0,3...0,6	20...30	2...2,2	0,2...0,4	14...18
Западная Сибирь	2,5...3	0,3...0,6	20...30	2...2,5	0,2...0,4	14...18
<i>Траншеи</i>						
Южная	0,6...1	0,5...0,6	5...10	0,4...0,6	0,4...0,6	5...8
Северо-Западная	0,8...1,2	0,6...0,8	8...15	0,6...0,8	0,6...0,8	8...12
Нечерноземная	0,8...1,2	0,9...1,2	10...15	0,8...1	0,8...1	10...12
Урал, Поволжье	1...1,5	1...1,5	10...20	1...1,2	1...1,5	10...15
Западная Сибирь	1...2	1...1,5	10...20	1...1,2	1...1,5	10...15

Закладываемые в траншеи картофель и корнеплоды можно переслаивать влажной землей или песком. В этом случае снижается вместимость траншей, однако такой способ выгоден благодаря сокращению потерь массы и качества продуктов. Заложенные таким способом на хранение клубни почти не теряют массу, обладают хорошим тургором и, как правило, не прорастают к весне.

Выбор места и размещение. Для буртов и траншей выбирают участки, защищенные от холодных ветров, с уровнем грунтовых вод не ближе 2 м от дна котлована. Бурты и траншеи размещают обычно попарно так, чтобы около них не застаивались осенние и весенние поверхностные воды, на расстоянии 0,5 м от укрытий вырывают водоотводные канавки. Между буртами и траншеями оставляют проходы шириной 4...5 и проезды 7...8 м, однако их размеры зависят от конкретных условий. Площадки должны быть удобно расположены по отношению к местам потребления продуктов и связаны с дорогами.

В бурты и траншеи закладывают только полноценную и здоровую продукцию, доставленную к месту хранения бережно и желательнo в таре. Перед укладкой ее целесообразно охладить во временных кучах-буртах под укрытием из соломы и небольшого слоя земли, присыпаемой снизу. Укладывают картофель и овощи по углу естественного откоса. Выровненность скатов проверяют рейками или туго натянутым шпагатом. Корнеплоды и капусту загружают обычно на 10...15 см ниже верхнего уровня траншеи.

Укрытие. Размеры потерь и успех хранения во многом зависят от правильного укрытия. Бурты и траншеи укрывают различными тепло- и гидроизоляционными материалами, главным образом соломой и землей с чередованием в два—четыре слоя. Уложенные продукты укрывают в тот же день небольшим слоем земли. Ее насыпают выше уровня траншеи в виде бугорка с захватом краев на 1...1,5 м, чтобы не затекала вода. Толщина укрытия зависит от температуры атмосферного воздуха зимой, толщины и плотности снежного покрова, силы ветра, расположения буртов и траншей (на открытой площадке или в защищенном месте), влажности соломы и состава почвы, ширины бурта и вместимости котлована, вида (иногда сорта) заложенной продукции (табл. 62) и глубины промерзания грунта зимой.

При замене одного изоляционного материала другим учитывают его коэффициент теплопроводности. Коэффициент теплопроводности слегка увлажненной соломы равен 0,02; земля 0,08. Следовательно, слой земли взамен соломы должен быть в четыре раза толще. Коэффициент теплопроводности земли, соломы, опилок при увлажнении резко увеличивается.

Толщина укрытия у гребня буртов меньше, чем у основания,

62. Рекомендуемая толщина (м) укрытия буртов и траншей

Зона	У гребня		У основания	
	Солома*	Земля	Солома	Земля
<i>Картофель и корнеплоды</i>				
Южная	0...0,1	0,3...0,4	0...0,1	0,4...0,6
Северо-Западная	0,1...0,3	0,3...0,4	0,3...0,4	0,4...0,7
Нечерноземная	0,2...0,3	0,3...0,5	0,3...0,4	0,5...0,6
Урал, Поволжье	0,4...0,6	0,4...0,6	0,5...0,9	0,6...0,8
Западная Сибирь	0,6...0,9	0,5...0,7	1...1,2	0,7...0,9
<i>Капуста</i>				
Южная	—	0,4	—	0,6
Северо-Западная	0...0,2	0,2...0,3	0,1...0,3	0,6...0,8
Нечерноземная	0,1...0,2	0,3...0,4	0,2...0,4	0,5...0,6
Урал, Поволжье	0,3...0,4	0,4...0,5	0,4...0,6	0,5...0,6
Западная Сибирь	0,4...0,6	0,5...0,6	0,7...0,9	0,6...0,8

* Толщина слоя соломы дана в уплотненном состоянии, для траншей он может быть меньше на 10...15 см.

так как тепло, выделяемое продуктами, поднимается к гребню. Поэтому при недостаточном укрытии продукция у основания бурта подмораживается. При незаделанных вовремя трещинах в гребне и тонком слое укрытия землей и соломой при сильных ветрах в малоснежную зиму возможно подмораживание овощей и картофеля в верхней части насыпи. В Белоруссии на картофель и овощи, загруженные в траншеи и ямы, сначала кладут лапник хвойных пород для отпугивания мышей и предупреждения загнивания верхнего слоя. В Центральной зоне картофель и овощи в буртах, а иногда и в траншеях, как правило, укрывают соломой, затем землей, присыпая ее снизу, чтобы ветер не раздул солому.

Корнеплоды в буртах укрывают сначала тонким слоем земли, потом соломой и землей. В результате снижается загнивание овощей. Гребень бурта остается только под укрытием из соломы до самых морозов (начало ноября в Нечерноземной зоне, на юге позднее). При наличии приточно-вытяжной вентиляции гребень в ненастную погоду заваливают землей или дополнительно укрывают соломой. Перед окончательным укрытием промокшую солому заменяют сухой, так как мокрая быстро промерзает.

Бурты и траншеи окончательно укрывают, когда температура в них понижается до 3...4 °С (в Нечерноземной зоне обычно в конце октября — начале ноября). До морозов вокруг буртов и траншей раскладывают солому, чтобы до окончательного укрытия земля не промерзала. При завершении укрытия слой земли увеличивают до нормы. Если сначала соломы положено мало, то на первое укрытие кладут второй слой соломы, а на нее землю.

Такое четырехслойное укрытие рекомендуют в тех случаях, когда используют солому прошлого года.

Непосредственно на картофель и овощи старую солому не раскладывают, так как она может служить источником инфекции. Старую солому, а также древесные листья, сухую картофельную ботву, мякину, торф, шлак или другой теплоизоляционный материал используют для второго слоя.

Вентиляция. Бурты и траншеи оборудуют различными системами вентиляции: приточно-гребневой, трубной, приточно-вытяжной или активной. Наиболее простая — приточно-гребневая. Холодный воздух поступает через нижний горизонтальный канал сечением $0,2 \times 0,25$ м, перекрытый сверху деревянными решетками или жердями. Канал выводят за пределы укрытия, но так, чтобы через него в борт не затекала дождевая вода. При буртовании капусты и брюквы вместо канала прокладывают треугольные (шатровые) трубы сечением $0,4 \times 0,4$ м. Холодный воздух попадает в приточный канал, проходит через массу овощей и, нагреваясь, поднимается к гребню. В этом случае вентиляция происходит через гребень, который оставляют открытым одной соломой до морозов. Такую вентиляцию устраивают при хранении картофеля и свеклы в буртах шириной 2...2,5 м.

Чаще всего для вентиляции в бурте над приточным каналом или нижней трубой устанавливают вытяжные вертикальные трубы (через каждые 3...4 м и на таком же расстоянии от торцов). Нижние части их высотой 1,2...1,5 м — решетчатые. Просветы между рейками при хранении картофеля 2...3 см, брюквы и капусты до 10 см. Верхнюю часть каждой трубы, проходящей через укрытие, делают из теса и без щелей. На верхнем конце выведенной трубы закрепляют двускатный колпак для защиты от осадков. При подготовке площадок для буртового хранения систему вентиляционных каналов можно спланировать и устроить заранее.

В Черкасском НПО «Корма» применяют естественную утепляющую вентиляцию наземных буртов, снижающую потери продукции и расходы на хранение (рис. 73). Перед закладкой на хранение корне- и клубнеплодов готовят ровную твердую площадку, которую обрамляют по периметру бурта невысоким валом из почвы. Затем делают воздухораспределительную канавку 3, через определенные интервалы высверливают шурфы. Их глубина превышает слой промерзания почвы в полтора раза. Между вертикальными вытяжными трубами обычной вентиляционной системы 1 наклонно к канавке устанавливают решетчатые трубы 4, не выходящие за пределы укрывающего слоя. Трубы служат для поступления тепла внутрь бурта и утепления его поверхности. При снижении температуры обычную вентиляционную систему закрывают. Глубинное тепло, поступающее из шурфов, распростра-

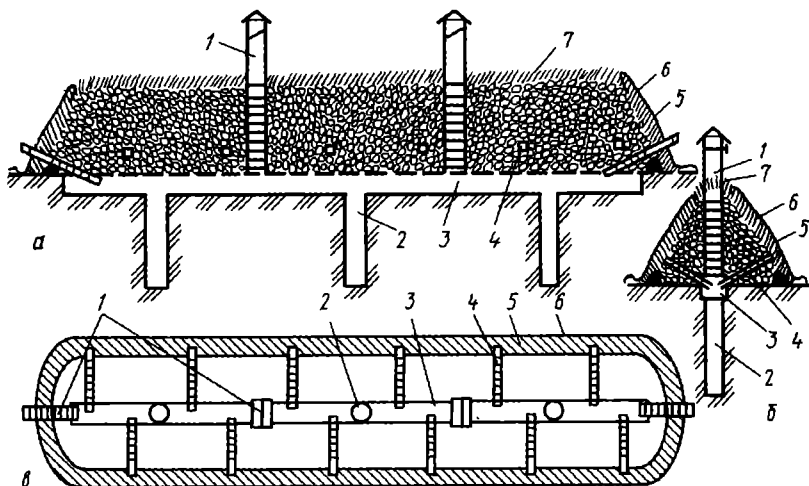


Рис. 73. Бурт с естественной утепляющей вентиляцией:
a — продольный разрез; *б* — поперечный разрез; *в* — схема вентиляции; 1 — вентиляционная система; 2 — шурф; 3 — канавка; 4 — труба; 5 — земля; 6 — планка; 7 — гребень.

няется по вентиляционной системе, поступает в массу продукции через наклонные решетчатые трубы. Теплый воздух из шурфов, обогревая поверхность бурта, проникает к его гребню 7, который не закрыт пленкой, и не позволяет снизиться температуре ниже 0°C даже при резком похолодании. Теплый воздух не только обогревает корне- и клубнеплоды, но и насыщает их почвенной влагой, предохраняя от излишнего испарения воды из тканей продукции. Весной при повышении температуры открывают приточную и вытяжную вентиляцию.

Контроль. Во время ухода за буртами и траншеями наблюдают за температурой и состоянием укрытия. Буртовые термометры устанавливают под углом 30° во время загрузки: один с северной торцовой стороны на 0,1 м от основания, второй в средней части бурта по гребню, заглубляя на 0,3 м. В траншее устанавливают один термометр в средней части, заглубляя в продукцию на 0,3 м.

При буртовом хранении контролируют товарное качество и состояние клубней и овощей. В период оттепелей делают проверочные вскрытия буртов, берут пробы, внимательно их осматривают и проводят товарный анализ (оценку качества) в соответствии со стандартом.

Температуру в каждом бурте осенью проверяют ежедневно, зимой два-три раза в неделю. Футляры для термометров должны быть без щелей. После замера отверстия в футлярах плотно за-

тыкают пробками из ваты, ткани или дерева. После окончательного укрытия в бурте обычно повышается температура. Поэтому осенью вытяжные и приточные трубы держат открытыми, с наступлением морозов до -3°C приточные трубы закрывают. При дальнейшем понижении наружной температуры, а также при охлаждении продукции в бурте или траншее до $1...2^{\circ}\text{C}$ вытяжные трубы закрывают пробками из мятой соломы.

При повышении температуры продукта до $4...5^{\circ}\text{C}$ и более трубы во время оттепели открывают. Если температура в буртах или траншеях поднимается выше $7...8^{\circ}\text{C}$, с них убирают снег, в земляном укрытии по бокам и гребню до соломы пробивают ломом несколько отверстий. На ночь их закрывают мякиной, опилками или даже снегом, а днем открывают.

Если указанные меры не помогают и температура не снижается, а по бокам заметны проталые пятна и «парение», то бурт или траншею в этих местах вскрывают и осматривают, выбирают загнившую продукцию и после охлаждения снова укрывают. При необходимости продукцию перевозят в хранилище или реализуют.

При разгрузке буртов и траншей во время холодной погоды пользуются переносными тепляками из брезента, рогожных или ватных покрывал. При снижении температуры картофеля до

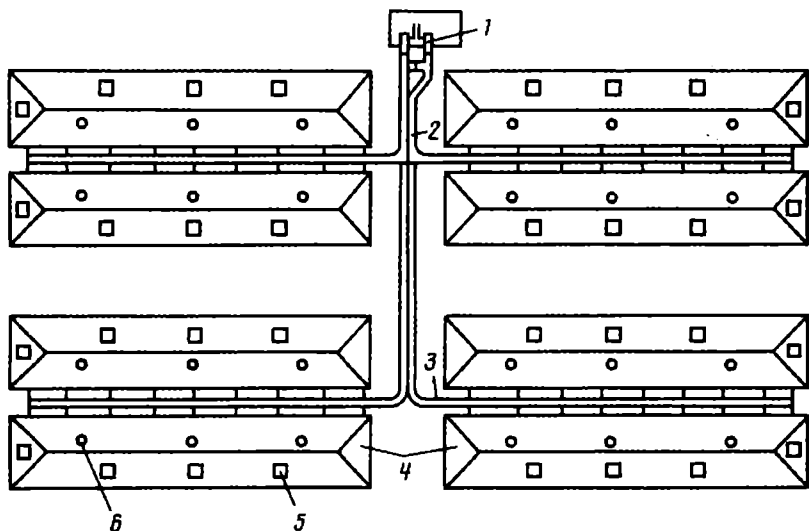


Рис. 74. Схема постоянной буртовой площадки:

1 — будка для вентиляторов; 2 — центральный вентиляционный канал; 3 — распределительные каналы; 4 — бурты; 5 — люки загрузки; 6 — вытяжные трубы.

1 °С, корнеплодов до —1 и капусты до —2 °С бурт или траншею дополнительно утепляют снегом, мякиной или опилками.

Постоянная буртовая площадка. Для хранения капусты рекомендуется постоянная буртовая площадка вместимостью 250 т с активным вентилированием (рис. 74). Типовой проект 813—43/72 предусматривает устройство восьми буртов и вентиляционной камеры, соединенной с буртами подземными каналами.

Каркас бурта делают из деревянных стропил, опирающихся на стойки, закапываемые в грунт через 1,5 м. Стены и покрытие — из горбылей. Утеплитель бурта — торфяной грунт или опилки. Капусту закладывают через люк. Срок хранения — с октября до апреля. Температурный режим поддерживают автоматической системой активного вентилирования через блок управления, к которому подключены термометры сопротивления. При температуре —1 °С вентиляторы отключаются, а при температуре 1 °С — вновь включаются.

Крупногабаритные бурты с активным вентилированием. В умеренной и теплой зонах нашей страны распространены крупногабаритные бурты вместимостью 600 т с двухканальной системой активного вентилирования (рис. 75). При устройстве такого бурта на площадке сооружают стенку 1 из деревянных стоек, досок и двух рядов туюков прессованной соломы, между которыми прокладывают пленку. Затем монтируют вентиляторы и устанавливают вентиляционные каналы 2 из дощатых щитов. По сторонам бурта пропахивают борозду. В нее наклонно ставят тюки соломы, затем укладывают еще два слоя туюков с наклоном внутрь, застилая между ними полотнища пленки.

Картофель засыпают в бурт высотой 3 м, шириной 8...10, длиной 40...45 м с помощью транспортеров-загрузчиков. Его укрывают слоем туюков 3 из прессованной соломы. На них поперек бурта внахлест (1 м) настилают полотнища пленки 4 шириной 6 и длиной 14 м. В местах нахлеста между пленками закладывают непрессованную солому 5 слоем 0,2 м (для отвода воздуха при работе вентиляторов). На пленку помещают второй слой соломенных туюков 6, щели между ними заделывают соломой. Через каждые 9 м вдоль бурта на $\frac{1}{3}$ глубины насыпи устанавливают буртовые термометры.

Для активного вентилирования крупногабаритных буртов используют как центробежные вентиляторы Ц-4-70 № 10 (производительность 26 000 м³/ч, давление 750 Па, или 75 кгс/м²), Ц-4-70 № 12,5 (40 000 м³/ч, 800 Па, или 80 кгс/м²), так и осевые вентиляторы 06-300 № 10 (30 000 м³/ч, 190 Па, или 19 кгс/м²), 06-300 № 12,5 (производительность 40 000 м³/ч, давление 200 Па, или 20 кгс/м²) и др.

Два продольных вентиляционных канала соединяют через вентиляционную камеру циркуляционным каналом. Вентиляцион-

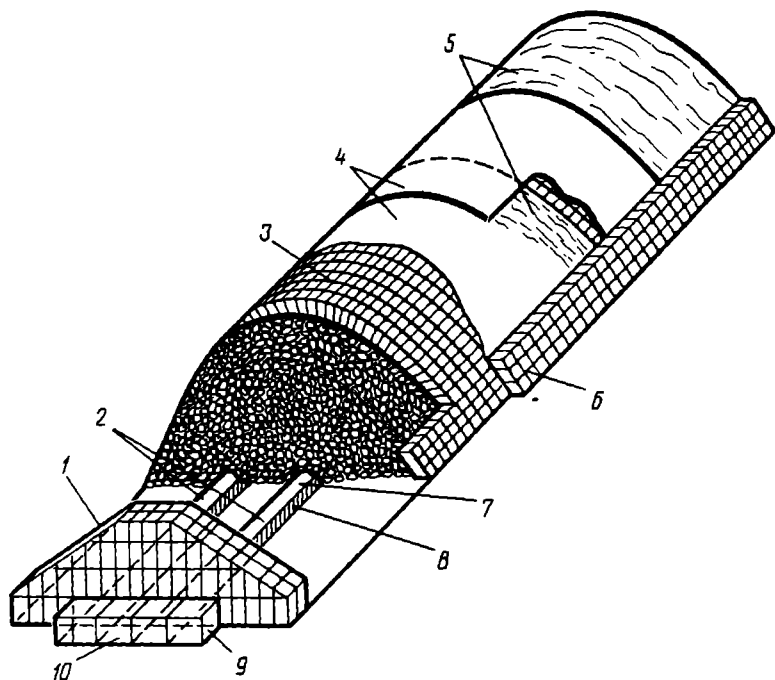


Рис. 75. Схема крупногабаритного бурта с двухкамерной системой вентиляции вместимостью 600 т:

1 — передняя стенка; 2 — вентиляционные каналы; 3 — первый слой тюков соломы; 4 и 7 — пленки; 5 — слой соломы; 6 — второй слой тюков соломы; 8 — отверстия для отвода воздуха; 9 — вентиляционная камера; 10 — циркуляционный канал.

ные камеры оборудованы клапанами, которые открывают при вентиляции бурта атмосферным воздухом и полностью или частично закрывают при применении внутреннего или смешанного воздуха. Работу вентиляторов можно регулировать автоматически, что позволяет поддерживать оптимальную температуру в насыпи.

Экономическая эффективность применения крупногабаритных буртов составляет около 9,5 руб/т. Выход семенного картофеля возрастает на 6,5...18,7 % (в зависимости от сорта). Затраты на устройство бурта составляют 4,2 руб/т, общая стоимость (включая технологическое оборудование) 16 руб/т (расчет приведен условно по старым ценам). Разработаны проекты буртовых площадок вместимостью (т): картофеля 800 и капусты 250 (типовой проект 79-2а).

Снегование. Это наиболее доступный и дешевый способ prolongation срока хранения продуктов в Нечерноземной зоне. Поме-

щенные в «шубу» из снега, они хранятся при относительной влажности воздуха 100 % и температуре около 0,5 °С. Таким образом удается сохранить продукты в свежем виде до июня — июля. Из приспособленных хранилищ, где нет возможности ранней весной поддерживать оптимальный режим хранения, овощи переносят в снежный бурт.

Для снегования в конце зимы выбирают площадку со скатом для отвода талых вод, очищают ее и промораживают, затем нагружают снег и уплотняют его слоем 30...40 см. Во время оттепели бульдозером делают снеговые борта высотой 1 м, шириной снизу 1,5, сверху 1 м. Между ними оставляют промежутки шириной до 2 м для закладки продуктов. Через каждые 10 м по длине котлована устраивают перемычки из снега толщиной 1 м. Выгоднее делать не один снеговой котлован, а два-три, разделяя их перемычками из снега толщиной 1 м.

В подготовленные котлованы загружают картофель, свеклу, брюкву, редьку (во время оттепели при температуре наружного воздуха не ниже 0 °С). При более низкой температуре можно подморозить продукцию. Перед загрузкой котлованы выстилают рогожами, крафт-бумагой или соломенными матами. Затем подвозят или подносят в таре перебранные картофель или овощи и осторожно высыпаяют в бурт. Одновременно в них вертикально ставят футляр бортового термометра, затем накрывают внахлест выпущенными концами материала, оставшегося свободным при выстилке дна, сверху укрывают бумагой, рогожами и т. п. После этого засыпают слоем снега до 1 м и сверху опилками, торфом, кострой и т. д.

Морковь, петрушку, сельдерей, репу, лук снегуют уложенными в плотные ящики вместимостью 10...15 кг. Их устанавливают в котлован, пересыпая ряды и промежутки между ящиками снегом. Для снегования капусты отбирают кочаны лежких сортов без загнивших листьев или требующие минимальной зачистки. Снегование проводят при температуре воздуха не ниже —2 °С. В основание бурта насыпают снег слоем 0,5...1 м. Размеры бурта (м): высота 1,5...2 м, ширина 2...4 м. Длина произвольная, но через каждые 8 м делают перемычки из снега толщиной 0,5 м. Кочаны укладывают на дно подготовленного бурта и через каждый ряд пересыпают снегом слоем 10 см. Сверху бурт укрывают снегом слоем до 1 м, затем теплоизоляционным материалом (опилками, кострой, соломой и др.). Картофель, извлеченный из-под снега, выдерживают несколько суток в теплом помещении, чтобы устранить сладкий вкус, возникающий при температурах, близких к 0 °С.

§ 10. Хранение картофеля, овощей, плодов и ягод в стационарных хранилищах

Типы хранилищ. Стационарные хранилища сооружают из дерева, камня, кирпича или сборных железобетонных конструкций, полносборных металлических конструкций типа «сэндвич». Вместимость хранилищ 200...10 000 т и более. Строят их по типовым проектам. Большинство хранилищ одноэтажные, прямоугольные. Их разделяют на наземные и заглубленные в грунт, а также классифицируют по видам продукции: картофеле-, корнеплодо-, капусто-, луко- и плодохранилища.

Наземные хранилища сооружают главным образом в местах с высоким стоянием грунтовых вод и районах вечной мерзлоты. Подобные хранилища наиболее удобны при завозе продукции в таре и механизации погрузочно-разгрузочных работ. Однако они нуждаются в системе отопления и искусственного охлаждения. Значительно легче поддерживать необходимые температурные условия в заглубленных хранилищах.

Конструктивные требования. Хранилища должны быть достаточно гидроизолированы, крыша и чердачные перекрытия теплоизолированы. При плохо утепленной кровле возможны значительные колебания температуры воздуха в хранилище и образование конденсата на ее внутренней стороне.

В большинстве хранилищ нет окон, так как дневной свет ускоряет прорастание овощей и перезревание плодов. Кроме того, картофель на свету зеленеет и в нем образуется соланин.

Для удобства эксплуатации и лучшего поддержания температурного режима в торцовой части хранилищ устраивают подсобные помещения и тамбуры с двумя широкими утепленными и двумя решетчатыми дверями. Последние используют для проветривания при температуре атмосферного воздуха выше 0 °С. Такие помещения имеют и естественное освещение. В крупных хранилищах подсобные помещения-экспедиции достаточно велики. В них продукцию перебирают, фасуют и взвешивают, готовят ее к отправке, выполняют другие работы с использованием соответствующих машин и устройств. При необходимости помещения отапливают. Все хранилища должны быть оснащены термометрами или термографами и приборами для определения влажности воздуха.

Овощи и картофель размещают в хранилищах насыпью или в таре. Плоды и ягоды хранят в ящиках и решетках. Последние увязывают в паки. Ягоды хранят также в лотках и корзиночках.

Значительная часть тары для плодовоовощной продукции стандартизована. Вместимость ящиков различна и зависит от физических свойств объектов хранения. Для яблок они рассчитаны на 25...30 кг, для винограда, томатов, косточковых и цитрусовых

плодов на 6...20 кг. В более вместительных ящиках и контейнерах хранят свежие огурцы, баклажаны, капусту цветную и белокачанную, кабачки и дыни. Высота насыпи зависит от состояния и назначения продукции, системы вентилирования.

Средняя часть хранилища по всей длине представляет собой коридор шириной 1,5...3 м для механизированной погрузки и разгрузки продуктов на всех участках, а также для проезда автомобилей. Этот коридор используют и для внутрискладских работ (переборки, перекладки продукции и т. д.).

В углубленных хранилищах для загрузки по принципу самоотсека в верхней части стен или края крыши устраивают люки с плотно пригнанными крышками. Люки служат также для частичной вентиляции хранилищ и для кратковременного естественного освещения во время интенсивной работы осенью. В наземных хранилищах для защиты продуктов от подмораживания между наружными стенами и стенами закровов оставляют расстояние 80 см, в углубленных хранилищах 10...15 см.

Системы вентиляции. Важнейшее условие успешного хранения овощей, плодов и картофеля — устройство вентиляции. Своевременный и достаточный обмен воздуха в хранилищах позволяет создать оптимальные режимы как по температуре, так и по относительной влажности воздуха. При этом может быть исключено образование на хранимых объектах и элементах конструкции конденсационной влаги. Хорошая вентиляция позволяет предупреждать подмораживание продуктов или быстро снизить температуру в помещении.

Приточно-вытяжная вентиляция. Система состоит из вытяжных труб, устанавливаемых в коньке крыши, и приточных каналов в нижней части хранилища и под кровом. Чем больше разница между уровнями приточных и вытяжных каналов, тем эффективнее действует вентиляция. Сечение приточных каналов в картофелехранилищах не менее 40...50 см², в овощехранилищах 80...100 см². Приточные каналы защищают от проникновения через них в хранилища грызунов, а вытяжные — от птиц.

Эффективность приточно-вытяжной вентиляции зависит и от разности температур воздуха в хранилище и атмосферного. При разности температур менее 4 °С вентиляция практически не работает. Поэтому осенью вследствие незначительной разницы между температурой атмосферного воздуха и температурой продукции естественная вентиляция не обеспечивает быстрого охлаждения.

Принудительная вентиляция. Более совершенная система. Воздух в хранилище подается вентиляторами, а удаляется через вытяжные каналы в результате создающегося

напора. Иногда вентиляторы устанавливают и в вытяжных каналах. Производительность вентиляторов рассчитывают таким образом, чтобы обеспечить 20...30-кратный обмен воздуха в час.

Активное вентилирование. Самая совершенная система вентиляции. Она позволяет быстро устанавливать требуемые параметры воздуха в помещении, обеспечивающие оптимальные условия хранения и прохождения необходимых процессов (лечебного периода, обсушки поверхности объектов и т. д.). Оптимум хранения картофеля лежит в пределах 2...4 °С, и установить его быстро можно только активным вентилированием.

В хранилищах с активным вентилированием потери массы и качества продуктов в два-три раза ниже по сравнению с обычными условиями. Увеличивается и срок хранения. Активное вентилирование дает возможность создавать почти одинаковые условия как в нижней, так и в верхней части хранилища. Это позволяет значительно увеличить высоту насыпи картофеля и других объектов в закромах и высоту укладки продуктов, хранящихся в таре. Затраты на оборудование хранилищ установками активного вентилирования окупаются за один—три года.

Простейшая система активного вентилирования в хранилище включает: приточную шахту для забора атмосферного воздуха и вентиляционную камеру; рециркуляционный воздухопровод (с клапаном) для забора в систему воздуха хранилища; осевой или центробежный вентиляторы; магистральный воздухопровод; распределительные воздухопроводы (каналы) с клапанами; вытяжные шахты. Для полного использования возможностей активного вентилирования в системе должен находиться калорифер для подогрева воздуха, что особенно важно зимой.

Схема расположения магистрального и распределительных воздухопроводов различна. При закроном хранении распределительные каналы размещают непосредственно под закромами с решетчатыми полами. Оптимальная удельная подача воздуха при активном вентилировании овощей и картофеля приведена в таблице 63. Внедряются установки для активного вентилирования

63. Интенсивность активного вентилирования [м³/(т·ч)] массы продукции

Продукция	Допустимая интенсивность вентилирования в районах с расчетной зимней температурой, °С	
	—20 и выше	—30 и ниже
Семенной картофель	100	70
Продовольственный картофель и корнеплоды	70	50
Капуста, лук, чеснок	150	100

с автоматическим регулированием температуры и влажности воздуха по заданному режиму (микропроцессоры).

Активное вентилирование и систему принудительной вентиляции применяют, используя не только атмосферный воздух. При необходимости вентилирование проводят смешанным воздухом (атмосферным и внутренним) или только внутренним (для полного выравнивания температуры воздуха в различных участках хранилища в морозную погоду).

Механизация работ. При устройстве хранилищ применяют всевозможные элементы стационарной или передвижной механизации для закладки на хранение, товарной обработки и подготовки продукции к реализации. Это обязательно во всех хранилищах большой вместимости.

Для послеуборочной обработки картофеля используют: сортировальные пункты КСП-15, КСП-15Б, КСП-15В и КСП-25. Они обеспечивают прием, подачу на обработку, отделение примесей, сортирование и отбор дефектных клубней. Картофель, фасованный на три фракции, подают на транспортеры, затем в контейнеры или на транспортеры ТХБ-20 для загрузки в хранилище.

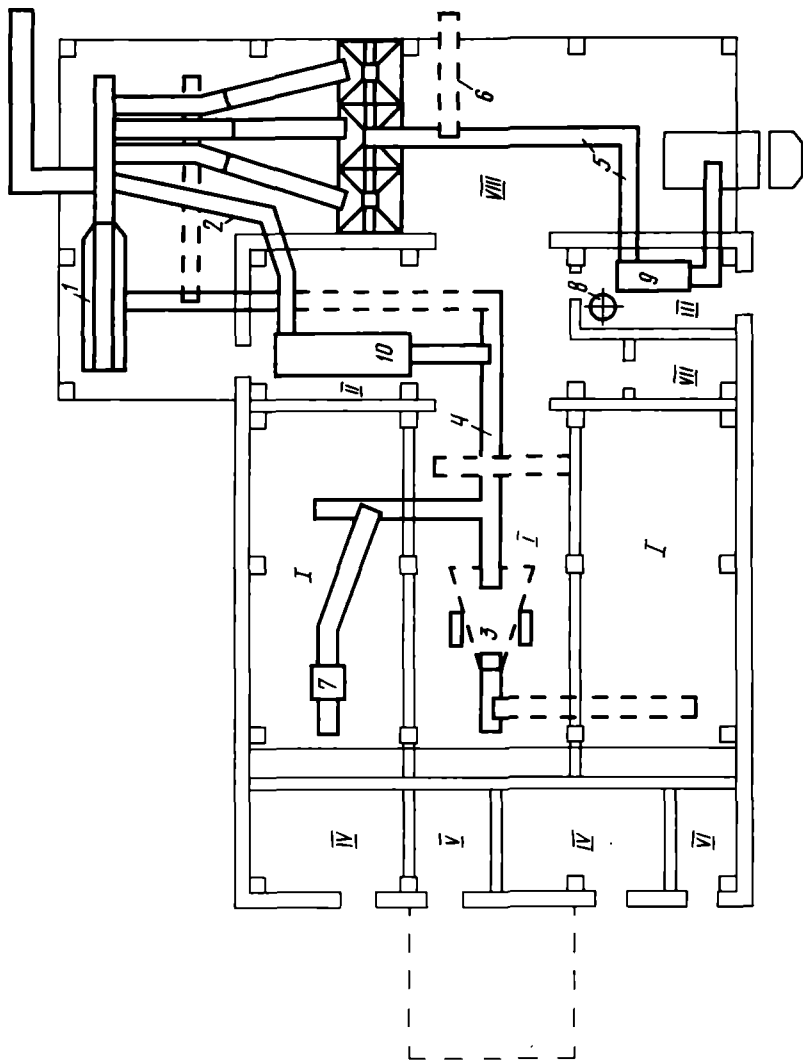
Послеуборочную обработку капусты проводят на линии УДК-30, производительность линии 30...40 т/ч. Из саморазгружающихся средств ворох поступает на линию, где отделяют свободные листья, дообрезают кочерыгу, дорабатывают кочаны. Затем их упаковывают и отгружают на реализацию или для закладки на хранение.

Унифицированная линия ЛСК-20 производительностью до 27 т/ч предназначена для послеуборочной обработки столовых корнеплодов. Продукцию очищают от примесей, сортируют по диаметру на три фракции, загружают в тару для транспортирования на реализацию или закладки на хранение.

Для обработки лука рекомендован стационарный механизированный сортировальный пункт ПМЛ-6 производительностью 4...6 т/ч. Просушенный ворох очищают от остатков почвы и стеблей, отделяют листья, отбирают поврежденные и загнившие луковички, затем сортируют на две фракции по размерам.

Сортировочно-калибровочный агрегат АСК-2 предназначен для сортирования по качеству, калибрования по размерам и упаковывания семечковых и цитрусовых плодов округлой формы.

Передвижной плодоупаковочный агрегат АПП-1,5 применяют для сортирования по размеру и упаковывания семечковых и цитрусовых плодов. На линии ЛТО-3 с сортировочно-калибровочной машиной МКН-3А (или СКЯ-3) сортируют по качеству, калибруют по массе и упаковывают семечковые и цитрусовые плоды, томаты. Для механизации погрузки и транспортирова-



ния продукции внутри хранилищ применяют транспортер-погрузчик ТЗК-30, систему транспортеров СТХ-30, электропогрузчики, электроштабелеры и др.

Потери многих овощей и картофеля значительно сокращаются при хранении их в контейнерах.

На крупных плодоовощных базах используют большие контейнеры (450...500 кг) для картофеля и полуконтейнеры (250...300 кг) для корнеплодов, капусты и лука. Применяют контейнеры и меньшей вместимости из металла или дерева, разборные или складывающиеся.

Загрузка картофеля, корнеплодов, капусты, плодов в контейнеры во время уборки позволяет почти полностью механизировать все погрузочно-разгрузочные работы, снизить потери продукции при транспортировании, сократить затраты труда, полнее использовать вместимость хранилищ и улучшить их санитарное состояние, эффективнее проводить борьбу с грызунами и т. д.

В качестве примера одного из современных хранилищ приводим краткое описание секционного хранилища для семенного картофеля (типовой проект 813—2—41.87). Размер здания 37,25×24 м. Хранилище предназначено для приемки, послеуборочной обработки, хранения и предпосадочной подготовки семенного картофеля в местах производства. Продукцию хранят в трех секциях вместимостью 187,6; 159,8; 187,6 т (рис. 76).

Необработанный семенной картофель доставляют с поля россыпью в автосамосвалах, взвешивают на автовесах и направляют на сортировальный пункт 1, где отделяют землю и мелкие клубни. Отсортированный семенной картофель транспортерами из комплекта ТХБ-20 подают к транспортеру-загрузчику 3, который формирует насыпь в секциях хранения высотой 4 м.

В лечебный период (15 сут) в секциях поддерживают температуру 15 ± 3 °С. В данное время вентиляцию проводят по заданной программе: четыре—шесть раз в сутки рециркуляционным воздухом. В период охлаждения (20...40 сут) температуру в массе картофеля способом активного вентилирования снижают до 2...4 °С, относительную влажность воздуха поддерживают на уровне 90...95 %. Этот основной режим оптимален для всего периода хранения.

Рис. 76. План секционного хранилища семенного картофеля (типовой проект 813—2—41.87):

1 — картофелесортировальный пункт КСП-15Б; 2, 4, 5, 6 — транспортеры; 3 — транспортер-загрузчик ТЗК-30; 7 — транспортер-погрузчик ПКС-80; 8 — реактор; 9 — протравитель «Гуматокс-С»; 10 — переборочный стол; I — секции хранения; II — отделение переборки; III — отделение протравливания; IV — вентиляционные камеры; V — электрощитовая; VI — тепловой пункт; VII — служебное помещение; VIII — приемно-сортировальное отделение (навес).

Весной семенной картофель проходит предпосадочную подготовку. Температуру массы клубней повышают до 12...20 °С. Потом их направляют на переборочные столы 10 и пункт КСП-15Б, где калибруют на три фракции. Каждая фракция по транспортерам поступает в накопительные бункера. Оттуда по мере накопления клубни подают в протравитель 9 и после обработки загружают в автомобили. Затем их взвешивают на автовесах и отправляют на посадку.

В помещениях и в продукции предусмотрены автоматическое регулирование и дистанционный контроль температуры с помощью электрических схем ШАУ-АВ.

Хранилище для лука-репки, лука-выборка или лука-севка (типовой проект 813—2—46.87) предназначено для приемки, сушки, послеуборочной обработки, хранения продукции в местах производства (рис. 77). После окончания хранения лук вновь об-

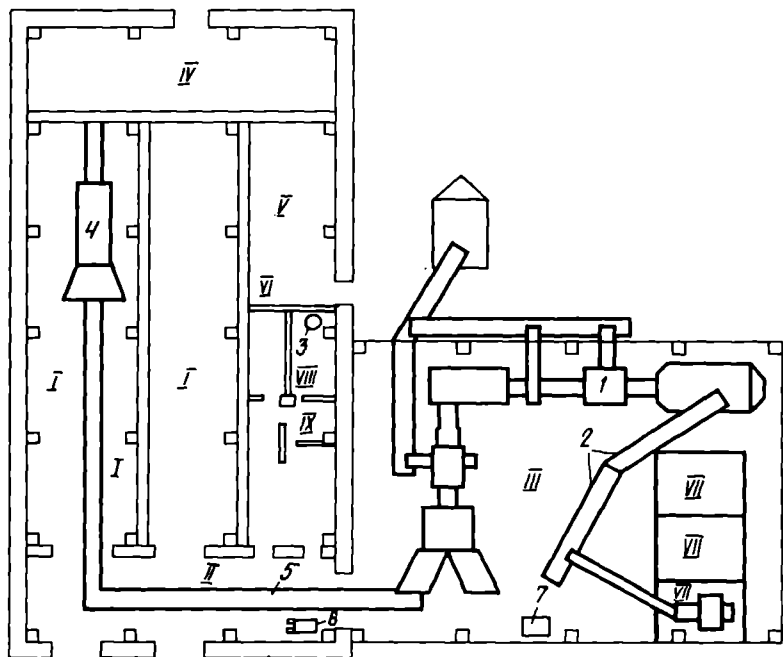


Рис. 77. План лукохранилища (типовой проект 813—2—46.87);

1 — линия подработки лука ПМЛ-6; 2 — комплект транспортеров ТХБ-20; 3 — электрокипятильник; 4 — транспортер-загрузчик ТЗК-30; 5 — основной транспортер; 6 — автопогрузчик; 7 — циферблатные весы; 1 — камеры хранения; II — отделение переборки; III — приемно-сортировальное отделение; IV — вентиляционная камера; V — машинное отделение холодильной установки; VI — тепловой пункт; VII — сушильные закрома; VIII...IX — служебно-бытовые помещения.

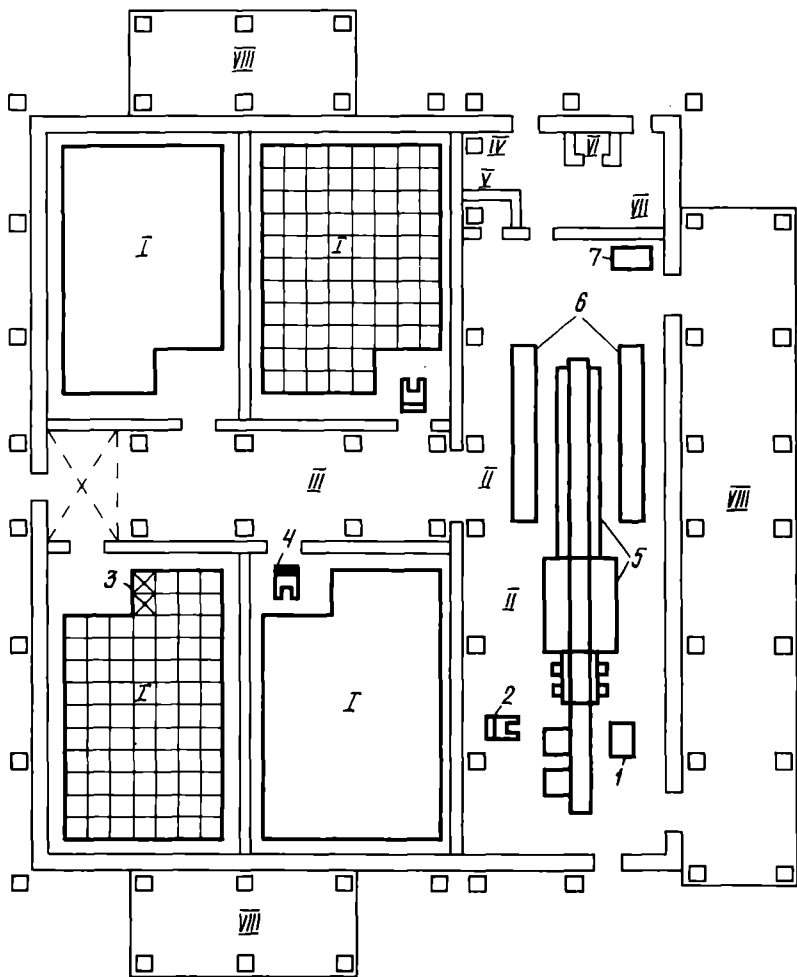


Рис. 78. План плодохранилища (типовой проект 813—3—16.87):

I — опорожнитель контейнеров; 2 — электропогрузчик; 3 — ящичные поддоны; 4 — электроштабелер; 5 — линия товарной обработки плодов ЛТО-3А; 6 — подвесной транспортер; 7 — циферблатные весы; *I* — камеры хранения; *II* — цех товарной обработки; *III* — грузовой коридор; *IV* — электрощитовая; *V*, *VI* — служебно-бытовые помещения; *VII* — вентиляционная камера; *VIII* — навесы.

работывают перед реализацией. Вместимость хранилища 500 т, размер здания 42,5×36 м (см. режимы хранения лука).

Плодохранилище из легких металлических конструкций вместимостью 1000 т (типовой проект 813—3—16.87) предназначено

для длительного хранения яблок зимних сортов, а также охлаждения и кратковременного хранения яблок летних и осенних сортов, товарной обработки продукции перед реализацией. Плодохранилище представляет собой одноэтажное здание размером 109×46,2 м (рис. 78). Производительность цеха товарной обработки составляет 2,6 т/ч.

После предварительного сортирования в саду плоды зимних сортов в ящичных поддонах СП-5-0452 автотранспортом доставляют в хранилище. Там их взвешивают и электропогрузчиками 2 транспортируют в камеры 1 хранения, где устанавливают в штабеля высотой 5,04 м (семь ярусов). Восьмой ярус укладывают электроштабелером 4.

После плоды охлаждают до температуры 2...—1 °С в течение 20 ч. Относительную влажность в камере поддерживают в пределах 85...95 %.

Камеры хранения снабжают холодом по децентрализованному принципу. Каждая камера оборудована одной холодильно-нагревательной машиной ФХ-18×2-1-0. Для снятия пиковых нагрузок в период загрузки хранилища на две соседние камеры (1,2 и 3,4) дополнительно установлено по одной машине. Система автоматики обеспечивает: поддержание температуры в камерах хранения в диапазоне $-1...4 \pm 1$ °С; оттаивание воздухоохладителей парами хладона высокого давления; периодическое перемешивание воздуха.

Плоды летних сортов направляют в цех товарной обработки, где на линии ЛТО-ЗА их сортируют, калибруют и упаковывают в ящики № 3-1 типа У-2. Ящики вручную формируют на поддонах в пакеты и транспортируют в камеры охлаждения. После охлаждения плоды взвешивают, загружают в автотранспорт при помощи электропогрузчика и отправляют на реализацию. Плоды зимних сортов после хранения в ящичных поддонах электропогрузчиками транспортируют в цех товарной обработки, где их дорабатывают аналогичным способом. Отходы от переборки собирают в ящики, которые формируют в пакеты на поддоны, и после взвешивания направляют на переработку.

Уровень механизации в плодохранилище составляет 86,6 %. В период загрузки и реализации его обслуживает 41 чел. при двухсменной работе.

§ 11. Хранение овощей и плодов в газовых средах

Характеристика газовых сред. Существенный фактор сохранности овощей и плодов при хранении — состав окружающей газовой среды. Атмосферный воздух содержит (%): кислорода 21, диоксида углерода 0,03 и азота 79. Увеличение количества диоксида углерода и уменьшение кислорода ослаб-

ляют дыхание, в связи с этим продолжительность хранения увеличивается.

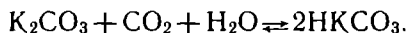
Интенсивность дыхания служит показателем скорости обмена веществ, поэтому ее можно рассматривать как индикатор снижения скорости метаболизма овощей и плодов. Состояние овощей и плодов прежде всего изменяется в зависимости от содержания кислорода в газовой среде. Как правило, только при уменьшенном (против обычной нормы в воздухе) содержании кислорода увеличиваются сроки хранения и уменьшаются потери массы и качества. Таким образом, данный режим хранения — типичный пример аноксианабиоза.

Вначале полагали, что простая замена кислорода в газовой среде на диоксид углерода достаточно обеспечивает сохранность продуктов, однако позднее установили, что избыток диоксида углерода в окружающей среде (обычно 10 % и более) вызывает у многих хранимых объектов физиологические заболевания (побурение сердцевины у яблок и груш, загар у яблок и др.). Даже в пределах одного вида продуктов (например, яблок) для разных сортов требуется неодинаковый газовый состав. Существенное влияние оказывает и температура. Наилучшие результаты (более длительное время сохраняются консистенция, вкус и аромат плодов) получают при хранении плодов в средах с повышенным содержанием азота. С использованием измененной газовой среды плоды и ягоды хранят в камерах со специально регулируемой газовой средой и в герметических емкостях с естественно создаваемой газовой средой.

Хранение в РГС. Состав газовой среды в герметических камерах холодильников регулируют различными способами: вводят готовую охлажденную смесь газов, используют специальные установки — газогенераторы, скрубберы или газообменники-диффузоры. В первом случае смесь газов получают сжиганием природного или сжиженного газа в бестопочной камере сгорания газогенератора в присутствии катализатора. Такие аппараты позволяют создать за короткий срок газовые смеси, неодинаковые по содержанию кислорода, диоксида углерода и азота. Однако полученная газовая среда содержит следы пропана, этилена, этана, пропилена, окиси углерода и других газов, способных стимулировать процессы созревания плодов и тем самым сокращать продолжительность их хранения.

Применение скрубберов и газообменников-диффузоров теснейшим образом связано с газообменом, протекающим в плодах. Диоксид углерода, накапливающийся в герметических условиях хранения как продукт дыхания, частично удаляется из камер. При использовании скрубберов газовая среда из камер хранения с помощью вентиляторов поступает в декарбонизатор, содержащий один из сорбентов диоксида углерода. В качестве сорбентов

используют поташ, кальцинированную соду, диэтаноламин и др. Приведем одну из таких реакций, имеющих обратимый характер:



Состав газовой среды регулируют по мере надобности автоматически, сорбент регенерируют простой аэрацией.

Более распространена и удобна система регулирования газовой среды с использованием газообменников-диффузоров, снабженных фильтрами из силиконово-каучуковой пленки (диметилполисилоксана). Она обладает неодинаковой проницаемостью для различных газов. Пленка повышено проницаема для диоксида углерода, в меньшей степени для кислорода и очень мало для азота. Газовая смесь из камер в диффузор и обратно циркулирует с помощью вентиляторов через систему трубопроводов, соединяющих камеру с диффузором.

Благодаря созданию в нашей стране новых высокопроницаемых и селективных кремнийорганических газоразделительных мембран освоено серийное производство газоразделительных установок для формирования и автоматического регулирования состава газовой среды в холодильных камерах. Разработаны установки типа БАРС (блок автоматического регулирования газовой среды) на объем хранимой продукции до 1000 т. Принцип действия их основан на различной скорости проникновения компонентов газовой среды через полимерную мембрану в результате изменения парциальных давлений газов с обеих сторон мембран. Установка (рис. 79) быстро изменяет газовый состав среды до заданных концентраций и работает в автоматическом режиме.

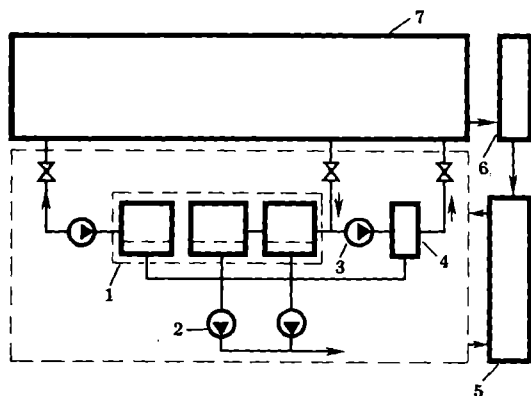


Рис. 79. Схема установки БАРС:

1 — азотный генератор; 2 — водокольцевой насос; 3 — вентилятор; 4 — газообменник для удаления диоксида углерода; 5 — система автоматического управления; 6 — система газового анализа; 7 — камера хранения.

После загрузки камеры 7 хранилища плодами включают установку. При помощи вентиляторов 3 газовая среда циркулирует из камер через мембранные аппараты. В каждом из аппаратов входящий поток разделяется на два. Из аппаратов в атмосферу вакуум-насосами отводится газовый поток, обогащенный кислородом, в камере над мембраной формируется второй, обогащенный азотом. После снижения концентрации кислорода в камере до 4...6 % установку выключают и в течение 2...4 сут в результате дыхания плодов в камерах происходит дальнейшее снижение содержания кислорода и накопление диоксида углерода.

Когда концентрация последнего достигает верхнего допустимого значения, установка включается в режим автоматического регулирования состава газовой среды. Из камер выводится избыток диоксида углерода и вводится необходимое количество кислорода (рис. 80). Газовая среда циркулирует только через газообменник, из которого в атмосферу выводится диоксид углерода.

Разработаны типовые проекты холодильников с РГС в камерах вместимостью 500...10 000 т, с цехами товарной обработки и установками для получения и регулирования газовых сред.

В камерах автоматически поддерживают: температурный режим $-1...4 \pm 0,5$ °С, влажность воздуха $85...97 \pm 1...2$ %, РГС ($\text{CO}_2 - 5 \pm 1$ %, $\text{O}_2 - 3 \pm 1$ %). Плоды помещают в камеры предварительного охлаждения или камеры хранения, где их 20 ч охлаждают до температуры $0...1$ °С. Примерами указанных хранилищ служат плодохранилище вместимостью 500 т (типовой проект 813—129) или плодохранилище вместимостью 3000 т из легких металлических конструкций (типовой проект 513—3—13.86).

При формировании и корректировании режима состав газовой среды проверяют ежедневно, затем не реже двух раз в сутки. Для контроля за сохранностью продукции, взятия проб, осмотра воздухоохладителей и ухода за психрометром персонал входит в камеры с РГС со специальным дыхательным аппаратом, двусторонним перего-

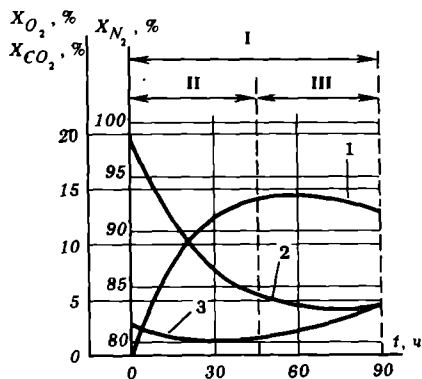


Рис. 80. Изменения концентрации компонентов газовой среды в процессе вывода камеры хранилища на заданный газовый режим:

1 — азот; 2 — кислород; 3 — диоксид углерода; I — процесс формирования газовой среды в камере; II — процесс создания азотной среды; III — физиологический процесс.

ворным устройством и спасательным шнуром, на минимально короткий срок. Вход в камеры с газовой средой менее двух человек запрещен. Снаружи около люка должен находиться один человек с дыхательным аппаратом, баллонами сжатого воздуха (АСВ-2) или кислорода (КИП-8), рассчитанными на 30 мин. Без дыхательного прибора в камеры разрешено входить при концентрации кислорода 20 %.

Перед выгрузкой продукции газовую среду из камер удаляют через сбросные трубопроводы сборно-сбросных коллекторов. Ее вытесняют атмосферным воздухом без пуска в работу всей установки. Наличие нормальных условий для работы персонала устанавливают по показаниям газоанализатора.

Хранение яблок в РГС — один из самых эффективных методов хранения. В РГС предупреждаются низкотемпературные заболевания, лучше сохраняются вкус, аромат и консистенция. Потери снижаются в два-три раза, сроки хранения увеличиваются в полтора-два раза.

Хранение в МГС. При хранении в емкостях из пленок накопление диоксида углерода и снижение концентрации кислорода происходит естественным путем, вследствие дыхания плодов. Оно не поддается точному регулированию, однако газовый состав атмосферы внутри упаковок можно частично менять подбором различных пленок, изменением вместимости упаковок и температуры. Существует несколько способов хранения плодов в полимерных селективно-проницаемых пленках: в мелких упаковках (полиэтиленовых пакетах и мешках); в ящиках с полиэтиленовыми вкладышами; в контейнерах с полиэтиленовыми вкладышами; в контейнерах-мешках с диффузионными вставками; под полиэтиленовыми накидками с силиконовыми вставками.

При первом способе плоды укладывают в узкие полиэтиленовые пакеты вместимостью 1...3 кг, которые затем герметизируют (запаивают). В результате срок хранения яблок и груш увели-

64. Увеличение сроков хранения и снижение потерь массы черной смородины и слив при содержании в полиэтиленовых пакетах (по данным В. М. Найченко)

Продукция	Число дней хранения		Потери массы, %	
	в ящиках*	в пакетах	в ящиках	в пакетах
Черная смородина:				
Голиаф	27	87	6,88	0,2
Лакстона	30	84	9,32	0,11
Неаполитанская	30	87	7,11	0,11
Слива:				
Венгерка итальянская	40	60	6,97	0,2
Анна Шпет	79	79	8,76	0,1
Венгерка обыкновенная	46	88	4,03	0,2

* Вместимость ящиков 4...5 кг.

чивается, потери массы сокращаются. Лишь плоды немногих сортов непригодны для хранения в полиэтиленовой упаковке.

Продолжительность хранения черной смородины и слив при температуре 1...1,5 °С и относительной влажности воздуха 85...95 % значительно увеличивается после закладки продукции в полиэтиленовые пакеты вместимостью 0,5; 1 и 1,5 кг (табл. 64).

Хранение плодов в ящиках с вкладышами из полиэтиленовой пленки отличается от обычной упаковки только большим размером вкладыша, рассчитанного на ящик вместимостью 20...25 кг. Перед загрузкой плоды охлаждают до температуры 0...2 °С, чтобы избежать запаривания и образования конденсата, затем закрывают вкладыши.

Состав газовой среды в первые три-четыре недели изменяется следующим образом: концентрация диоксида углерода повышается до 3...6 %, содержание кислорода снижается до 6...10 %. Относительная влажность воздуха достигает 90...95 % и более. Способ не требует герметизации помещения, его можно применять в обычных холодильных камерах.

В контейнеры с полиэтиленовыми вкладышами плоды загружают непосредственно в саду. На дно контейнера насыпают небольшой слой стружки, внутрь его помещают полиэтиленовый вкладыш, в который и загружают отсортированную продукцию. Автопогрузчиками контейнеры отвозят в хранилище. Первые три дня вкладыши держат открытыми для лучшего охлаждения и испарения влаги с плодов. Потом пленку плотно заправляют за края контейнера или заклеивают липкой лентой. С помощью электропогрузчиков контейнеры устанавливают в камере холодильника высотой в три—шесть рядов. В контейнерах чаще всего создается следующая газовая смесь (%): CO_2 — 3...6, O_2 — 7...11, N — 83...90. Температуру в камере поддерживают на уровне 0 °С, в контейнерах она достигает 1 °С.

Данный способ экономически выгоден в результате сокращения затрат при упаковывании и транспортировании плодов из сада, лучшего использования объема хранилищ, сокращения потерь массы и повышения качества продукции. Хранение плодов в контейнерах с полиэтиленовыми вкладышами значительно сокращает естественную убыль и сохраняет высокую сортность партии (табл. 65).

Перед реализацией во всех случаях хранения в пленках после выгрузки из холодильника пакеты, ящики или контейнеры с продукцией сразу раскрывают во избежание образования конденсационной влаги.

Плоды хранят в больших полиэтиленовых контейнерах (мешках) с диффузионными вставками (окнами) из специальной силиконо-каучуковой ткани (эластомера), обладающей селективной проницаемостью для газов. Такие контейнеры представляют со-

65. Потери массы (%) и качества яблок при хранении в контейнерах с полиэтиленовыми вкладышами

Упаковка	1-й сорт	Нестандарт	Брак	Убыль массы
Ящик № 30 с перекладкой стружкой	87,7	5,9	3,0	3,8
Контейнер:				
без вкладыша	91,7	4,8	1,2	2,3
с вкладышем	96,2	2,2	0,7	0,9

бой мягкий мешок из полиэтиленовой пленки 1 (рис. 81) толщиной 120...200 мкм. В одной из боковых сторон на половине высоты вмонтирована диффузионная вставка 2. На дно контейнера с помощью электропогрузчика помещают поддон 4 с несколькими ящиками, затем стенки контейнера поднимают и расправляют, после устанавливают второй поддон с ящиками и т. д. Верхнюю, свободную часть контейнера завязывают бечевкой. Загруженные контейнеры устанавливают в штабель высотой в три ряда.

Газовый режим в контейнерах стабилизируется в течение трех-четырех недель после загрузки. Каждые 4...5 сут проверяют состав газовой среды.

Разгружают контейнеры после того, как плоды постепенно приспособятся к естественной атмосфере. Контейнеры развязывают, открывают верхнюю часть и оставляют в камере на 5...7 сут, затем опускают края контейнера до поддона и вновь выдерживают 3...4 сут. После плоды направляют на реализацию.

Плоды, упакованные в ящики с полиэтиленовыми вкладышами и штабеля под полиэтиленовыми накидками, сохраняют более стабильно сухие вещества, сахара, органические кислоты, характеризуются большим количеством витамина С и плотной консистенцией. Показатели выхода товарной продукции приведены в таблице 66.

На предприятиях многих регионов страны таким способом ежегодно хранят около 100 тыс. т моркови, капусты, яблок. Использование полезной площади холодильных камер при этом составляет не менее 88%. По сравнению с обычным хранением в холодильнике способ обеспечивает сокращение потерь, в том

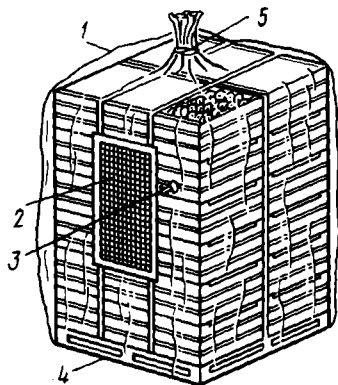


Рис. 81. Контейнер из полиэтилена с диффузионной вставкой: 1 — полиэтиленовая пленка; 2 — диффузионная вставка; 3 — трубка с зажимом для взятия проб газа на анализ; 4 — поддон; 5 — перевязанная горловина.

66. Влияние МГС на качество яблок сорта Ренет Симиренко после 4 мес хранения

Упаковка	Стандарт, %	Отход, %		Естественная убыль массы, %
		технический	абсолютный	
Ящики с полиэтиленовым вкладышем (25 кг)	74,9 89,7	14,7 7,5	8,8 2,2	1,6 0,6
Штабеля с полиэтиленовой накидкой (250 кг)	92,3	2,3	4,7	0,7

числе в результате уменьшения естественной убыли массы, в полтора — два раза. Выход товарной продукции после 7...8 мес хранения овощей достигает 85...96 %.

§ 12. Подготовка хранилищ к приему нового урожая

Повышенная влажность воздуха в овоще- и плодохранилищах, необходимая для нормального хранения продуктов, способствует развитию грибной и бактериальной флоры, деревянные конструкции часто загнивают. Поэтому все без исключения хранилища ежегодно до закладки в них продукции нового урожая ремонтируют и дезинфицируют, против грызунов проводят дератизацию.

Из освободившегося к лету хранилища выносят инвентарь и машины, разобранные на части закрома и стеллажи (для просушки и дезинфекции). Хранилище очищают от всех растительных остатков, тщательно обрабатывают потолок и стены. Весь собранный мусор сжигают или после обеззараживания закапывают в землю. Просушивают хранилище проветриванием. Затем при необходимости проводят текущий или капитальный ремонт. Для борьбы с грызунами щели и норы засыпают битым стеклом или кирпичом, затем заливают цементом; вентиляционные каналы в камерах затягивают металлической сеткой.

Дезинфицируют хранилища сернистым газом, парами формалина или раствором оксидифенолята натрия. Для создания необходимой концентрации этих веществ помещения герметизируют: плотно подгоняют оконные рамы и двери, закрывают выходные отверстия вентиляционных каналов, замазывают или заклеивают щели и т. д.

В хозяйствах сернистый газ чаще всего получают на месте, сжигая в хранилище черенковую серу. Для этого применяют специальные печки или противни, размещаемые на слое песка (в противопожарных целях). Расход серы 30...90 г/м³. При использовании сернистого газа из хранилища выносят машины,

механизмы и приборы, чтобы не допустить коррозии металлических частей. Дезинфекцию проводят при температуре воздуха не ниже 16...18 °С, но лучше при 20...25 °С.

Холодильные камеры и секции хранилищ окуривают сернистым ангидридом только в противогазах и под руководством специалиста. Применяют сжиженный сернистый ангидрид. Из баллона, стоящего на весах, его подают в камеры и секции (предварительно герметизированные) по трубопроводу, расположенному под потолком и соединенному с коллектором. К последнему гибким шлангом подключают баллон с газом. По убыли массы баллона судят о расходе фумиганта. Расход газа 100 г/м³.

Хранилища, расположенные вблизи помещений, где установлено стационарное металлическое оборудование, сернистым газом не дезинфицируют. В таких случаях используют формалин или другие препараты.

Если на расстоянии менее 300 м от хранилища расположены жилые дома или оно находится в подвальном помещении, то газацию сернистым газом не проводят, а применяют влажную дезинфекцию 1 %-м раствором формалина (1 л 40 %-го формалина на 40 л воды). Раствором покрывают все поверхности в хранилище из расчета 0,25...0,3 л/м². Наиболее эффективный способ обработки хранилищ — аэрозольный. Аэрозоль получают, используя тракторный аэрозольный генератор «Ракета», генераторы АГ УД-2 или типа «Микрон». Неразведенный 40 %-й формалин аэрозольными генераторами превращают в туман (размер капель формалина около 50 мкм). Расход препарата 20...40 мл/м³.

Дезинфекцию проводят при температуре не ниже 18...20 °С и относительной влажности воздуха 95...97 %. Там, где это возможно, температуру повышают до 25 °С, относительную влажность воздуха до 100 %. При таких условиях токсическое действие формалина возрастает, и дезинфекция более эффективна.

Если нет аэрозольных генераторов, то летом хранилища окуривают формальдегидом. В металлическую бочку вместимостью 200 л вносят 40 %-й формалин (13 кг) и быстро добавляют перманганат калия (6,5 кг). Выделяющиеся пары формальдегида разносятся по хранилищу воздушными потоками, создаваемыми переносными вентиляторами, которые устанавливают у бочек. Продолжительность обработки 1 ч, помещение оставляют герметически закрытым на 1 сут. Дезинфицируют всю тару, бывшую в употреблении. Ее опрыскивают в одной из камер 0,5 %-м раствором купрозана и просушивают на воздухе.

Хорошим дезинфицирующим средством служит 2...3 %-й раствор оксидифенолята натрия (препарат Ф-5), сильно действующий на плесени. Норма расхода 0,3 л/м².

Хранилища, в которые закладывают на хранение семенные фонды картофеля, маточники корнеплодов или капусты, дезин-

фицируют 4 %-м раствором хлорной извести, затрачивая 0,25... 0,3 л/м². При хранении продукции, предназначенной на продовольственные цели, хлорную известь не применяют, так как ее запах передается продукции.

Обработанные тем или иным препаратом хранилища выдерживают в герметизированном состоянии 2...3 сут, после чего открывают окна и двери, вентиляционные каналы и тщательно проветривают. Затем все поверхности внутри помещения (кроме пола и окон) белят смесью свежегашеной извести и медного купороса (1,5...2 кг извести и 200 г купороса на ведро воды). Добавка последнего предупреждает на длительное время развитие грибной флоры.

Для дератизации хранилищ раскладывают отравленные приманки (хлеб, зерна пшеницы и др.) с фосфидом цинка или зоокумарином. Для отпугивания грызунов наружные стены хранилищ и почву около них опрыскивают 2 %-м креолином или 2 %-й суспензией гексахлорана.

После дезинфекции, побелки и дератизации вносят приборы (термометры, психрометры), оборудование для обработки продукции, если его дезинфицировали отдельно, и по акту сдают хранилище в эксплуатацию. Все работы по дезинфекции и дератизации выполняет лица, прошедшие специальную подготовку. Соблюдают правила общественной и личной безопасности, изложенные в специальных инструкциях. Камеры, секции, тару обрабатывают в противогазах и спецодежде. Подготовленные хранилища принимает комиссия с участием товароведов, представителей санитарной и пожарной инспекций, материально ответственных лиц.

После приемки за 2...3 сут до загрузки камер температуру доводят до необходимого при хранении уровня и поддерживают ее до конца загрузки. Загрузку камер, наблюдение и обеспечение режима хранения, размещение продукции и реализацию проводят в соответствии с ранее составленным планом.

§ 13. Учет продукции, заложенной на хранение

Потери массы и качества овощей, плодов и картофеля при хранении различны. При правильной организации хранения они в основном происходят в результате дыхания объектов и частичного испарения из них влаги. Соблюдая правила подготовки продукции к предполагаемому способу хранения и поддерживая оптимальные по температуре и влажности воздуха режимы, удастся снизить потери и в результате этих процессов.

У различных видов плодов и овощей соотношение потерь в результате расхода сухих веществ на дыхание в суммарных

потерях их массы неодинаково. На 70...90 % естественная убыль обусловлена потерями воды и на 10...30 % — сухих веществ.

Под естественной убылью свежих овощей, плодов и картофеля понимают уменьшение их массы в процессе хранения вследствие потерь сухих веществ на дыхание и частичное испарение влаги. В нормы естественной убыли не входят потери, образующиеся вследствие повреждения тары, а также брак и отходы, получаемые при хранении и товарной обработке.

Нормы естественной убыли устанавливают на стандартные свежие овощи, плоды и картофель при хранении в таре и без тары. Их дифференцируют с учетом вида продукции, типа склада, срока хранения, они отражают сезон (осень, зима, весна, лето) и физиологическое состояние овощей, плодов и картофеля, закладываемых на хранение.

Установленные нормы — предельные, их применяют только в том случае, если при проверке фактического наличия продукции оказывается недостача против учетных данных. Естественную убыль списывают с материально ответственных лиц по фактическим размерам, но не выше установленных норм. Списывают естественную убыль только после инвентаризации продукции на основе соответствующего расчета, составленного и утвержденного в установленном порядке. Размер фактической естественной убыли определяют по каждой партии отдельно, сопоставляя данные о количестве при полном израсходовании партии или фактических остатков, выявленных при инвентаризации с остатками по данным бухгалтерского учета. Предварительное списание естественной убыли не разрешается.

Естественную убыль свежих овощей, плодов и картофеля при хранении исчисляют к среднему остатку продукции за каждый месяц хранения. Среднемесячный остаток определяют по данным на 1, 11, 21-е числа текущего и 1-е число последующего месяца. При этом берут 0,5 остатка на 1-е число данного месяца, остаток на 11-е, остаток на 21-е число того же месяца и 0,5 остатка на 1-е число последующего месяца. Полученную сумму делят на три. Естественную убыль в процентах исчисляют к среднемесячному остатку. Окончательный размер естественной убыли по каждому виду продукции определяют как сумму ежемесячных начислений убыли за инвентаризационный период (см. приложение).

Абсолютный отход представляет собой отдельные экземпляры продукции, полностью пораженные болезнями или физиологическими расстройствами: ткани, ростки клубней корнеплодов, луковиц, отходы при зачистке кочанов, т. е. непригодные для использования части продукции. В отличие от естественной убыли, которую выражают в процентах к первоначальной массе партии продукции, абсолютный отход устанавливают в процентах к ко-

нечной массе. Абсолютный отход списывают в соответствии с составленным актом, в котором указывают причины образования брака. Акт утверждается руководством хозяйства.

Технический брак — продукция, частично поврежденная при хранении фитопатологическими заболеваниями, вредителями, подмороженная, сильно увядшая и т. д. После соответствующей подготовки ее можно использовать на переработку или на корм скоту. Величину технического брака определяют, как и абсолютный брак, в процентах к конечной массе при товарном анализе в соответствии с действующими стандартами.

При недостатке продукции выше допустимых норм составляют акт (с участием бухгалтерии) как на потери массы, не покрываемые нормами естественной убыли. При переработках и сортировании продукции все отходы (испорченная часть, земля, примеси и т. д.) списывают по акту, который подписывают кладовщик, члены комиссии и шофер, вывозящий отходы из хранилища.

В связи с тем что иногда на хранение закладывают несоортированную продукцию с теми или иными дефектами, появляется необходимость установить фактическую естественную убыль при хранении овощей, плодов и картофеля. Для этого от каждой партии отбирают пробы (повторность 9...10-кратная, масса пробы 5...10 кг) и взвешивают их с точностью до 1 г на оттарированных промаркированных весах в начале и конце хранения. По разнице взвешиваний и определяют естественную убыль в процентах к первоначальной массе.

Для установления единого процента на проверяемую продукцию вычисляют средний процент по всем пробам. Пробы, резко отклоняющиеся от среднего, не учитывают.

Результаты проверки фактической и естественной убыли оформляют актом. Если необходимо установить норму убыли заложной продукции по месяцам, то пробы взвешивают ежемесячно.

Контрольные вопросы и задания. 1. Охарактеризуйте овощи, плоды и картофель как объект хранения. 2. Какие физические свойства плодоовощной продукции учитывают при конструировании машин для уборки, сортирования и транспортирования, а какие при проектировании и эксплуатации хранилищ? 3. Назовите факторы, обуславливающие интенсивность образования раневой перидермы у картофеля и корнеплодов. 4. Какова взаимосвязь степени зрелости плодов и их лежкости при хранении? 5. Перечислите пути предупреждения израстания картофеля и овощей при хранении. 6. Какие физиологические расстройства овощей, плодов и картофеля проявляются при их хранении? Назовите пути предупреждения потерь качества и массы плодоовощной продукции. 7. Как сократить до минимума потери качества и массы овощей, плодов и картофеля при хранении? 8. В чем сущность термоанабиоза и аноксианабиоза? 9. Охарактеризуйте особенности режимов хранения отдельных групп овощей и плодов. 10. Почему до сих пор распространены полевые способы хранения овощей и картофеля? 11. Какие требования предъявляют к хранилищам? 12. Какова

минимальная интенсивность вентилирования продукции? 13. Чем отличаются способы создания РГС и МГС в овоще- и плодохранилищах? 14. Как хранилища подготавливают к приему нового урожая? 15. В чем заключается сущность учета овощей, плодов и картофеля при хранении? 16. Какие факторы влияют на естественную убыль продукции при хранении?

Глава 17

ПЕРЕРАБОТКА КАРТОФЕЛЯ, ОВОЩЕЙ И ПЛОДОВ

§ 1. Классификация способов переработки

Переработка части овощей, плодов и картофеля в местах производства — важнейший путь сохранения пищевых ресурсов. Существенное значение она имеет и в повышении экономической эффективности производственной деятельности хозяйств в результате более полной и рациональной реализации ценной продукции и использования рабочей силы в межсезонный период.

Способы переработки картофеля, овощей и плодов разнообразны. В зависимости от способов воздействия на сырье и происходящих в нем процессов их разделяют на следующие группы: биохимические — квашение, соление, мочение, производство плодово-ягодных и виноградных вин; химические — консервирование веществами антисептического действия (сернистой и сорбиновой кислотами, пропионатами и др.) и маринование; физические — термостерилизация (при производстве консервов), сушка, замораживание, лучевая стерилизация и др.; механические — производство крахмала из картофеля и др.

Переработанная продукция должна по качеству отвечать требованиям государственного нормирования и санитарным нормам. При переработке любых видов сырья обязательно выполняются все правила ведения технологического процесса и обеспечиваются должный теххимический и микробиологический контроль.

В зависимости от местоположения и направленности в хозяйствах создают перерабатывающие предприятия. Наиболее распространены квасильно-засолочные пункты, цехи по производству соков, компотов, варенья, джемов и пюре, морозильные установки, овоще- и плодосушильные цехи, консервные заводы и картофелеперерабатывающие предприятия.

При переработке овощей, плодов и картофеля внедряют безотходную технологию. Безотходная технология — это принцип организации технологического производства, при котором обеспечивают рациональное и комплексное использование всех компонентов сырья и не наносят ущерб окружающей среде. Основные направления безотходной технологии переработки овощей и плодов следующие: сушка плодовоовощных отходов; изготовление

плодового порошка и желирующего концентрата из яблочных выжимок при производстве сока; комплексная переработка томатных отходов; выработка крахмала; утилизация плодовых косточек и семян овощных культур.

§ 2. Факторы, влияющие на качество продуктов

Подготовка сырья. Качество продуктов, вырабатываемых из овощного и плодового сырья, зависит от очень многих условий. Основные из них следующие: качество и сортовые особенности сырья; соблюдение технологических операций по подготовке сырья к переработке; состав компонентов, вводимых в продукт (рецептура); соблюдение схем и режимов технологического процесса; вид тары, в которую помещают продукт, ее состояние и качество подготовки.

Для получения продукции высокого качества сырье должно быть однородным по степени зрелости, окраске и размерам. В связи с этим при многих видах переработки его сортируют и калибруют по данным признакам. Подготовленное таким образом сырье лучше обрабатывается, различные процессы (физические, химические, биохимические и микробиологические) протекают в нем более равномерно, продукция приобретает хороший вид и лучшие вкусовые качества. Она, как правило, более компактно укладывается в тару.

По качеству и размерам сырье сортируют вручную на столах с бортиками, препятствующими скатыванию объектов. При больших объемах производства пользуются ленточными транспортерами со скоростью движения ленты 0,1...1,5 м/с. Сырье на ленте размещают в один слой. Рабочее место сортировщиков — по обеим сторонам транспортера. На предприятиях большой производительности устанавливают калибровочные машины с набором сит с отверстиями разного сечения. Сортируется сырье на ситах или во вращающихся барабанах (например, при калибровании зеленого горошка).

Сорта. Огромное значение имеют и сортовые особенности культур. Только определенные сорта пригодны для выработки той или иной продукции высокого качества. Так, квашеную капусту хорошего качества получают только из кочанов позднеспелых и некоторых среднеспелых сортов. Очень ярко выражено влияние сорта на качество соленых огурцов, моченых яблок и т. д. Разработаны и утверждены унифицированные технологические требования к сортам: горошка овощного, лука, огурцов, перца сладкого, томатов, фасоли овощной, абрикосов, вишни, персиков, слив, черешни, яблок и винограда, предназначенных для консервирования. Это способствует улучшению каче-

ства сырья для переработки, повышению пищевой ценности консервов, механизации производственных процессов.

Мойка. Важнейшее условие при переработке любого пищевого сырья — приведение его в должное санитарное состояние. Овощи, многие плоды и картофель всегда в той или иной степени загрязнены остатками почвы и содержат огромное количество эпифитных и почвенных микроорганизмов, среди которых найдется гнилостные, в том числе представители группы *Bact. coli* (кишечная палочка). На поверхности всех объектов обычно присутствуют плесневые грибы и различные расы дрожжей. Поэтому сырье тщательно моют питьевой водой. Расход воды в среднем 0,7 л/кг.

Применяют специальные моечные машины различных типов (вентиляторные, кулачковые, элеваторные, барабанные и др.). Наиболее распространена вентиляторная моечная машина, состоящая из ванны, внутри которой проходит труба с отверстиями для подачи воздуха. Загружаемое в ванну сырье моют проточной бурлящей водой. Выгружают его из ванны транспортером с лентой из металлической сетки. Сырье, находящееся на транспортере, при выходе из ванны обмывается водой из душа. При отсутствии машин сырье моют в наклонных лотках (на ситах) проточной водой, в лотках с решетчатым дном (их опускают в различные емкости: чаны, ванны и т. п.) и другими способами. Завершающий этап — промывание под душем.

Очистка. К технологическим операциям подготовки относят освобождение сырья от покровных тканей или разрезание на части. В первом случае применяют механическую, термическую и химическую очистку. Так, для очистки картофеля и корнеплодов чаще всего используют машины, рабочие полости которых оборудованы шероховатой поверхностью из абразивной основы. Об нее и обдирается приведенное в движение сырье.

Термической обработке чаще всего подвергают томаты, помещая их на 1...2 мин в кипящую воду или обрабатывая паром 10...20 с. За это время прогревается только кожица и расщепляется протопектин, соединяющий ее с мякотью плода. На промышленных предприятиях моментальную очистку картофеля и лука проводят обжигом в специальных печах при температуре свыше 1000 °С. Химическая очистка основана на расщеплении протопектина щелочами. Персики 30...60 с обрабатывают в 3 %-м кипящем растворе щелочи, а морковь в 3...6 %-м с последующим промыванием холодной водой.

Измельчение. Корнеплоды измельчают корнерезками с различным устройством и расположением ножей. Картофель и корнеплоды режут на кружки или в виде кубиков и столбиков (лапши), капусту — в виде стружки, яблоки — на кружки или дольки. Некоторые плоды разделяют на половинки (груши, персики).

Бланширование (инактивация ферментов). Существенный прием подготовки во многих схемах технологического процесса. Сырье кратковременно обрабатывают горячей водой или паром (бланшируют). Продолжительность бланширования и температура, при которой его проводят, неодинаковы для различных объектов. Плоды с нежной мякотью (например, сливы) бланшируют при температуре 80 °С, яблоки — при 80..95 °С. При бланшировании повышается проницаемость растительной ткани и цитоплазмы в результате коагуляции белков. Такая обработка облегчает испарение воды при сушке, выделение соков из растительной ткани, а при варке варенья сахарный сироп легко проникает в ткань ягод или плодов.

Бланширование предупреждает потемнение плодов и овощей во время технологических процессов, так как при этом разрушаются ферменты пероксидаза и каталаза. При такой обработке значительно уменьшается численность микрофлоры, а из тканей частично удаляется кислород, что способствует сохранению в продукте легкоокисляемых витаминов.

У некоторых видов сырья при бланшировании улучшаются вкус и аромат в результате устранения горечи, удаления нежелательных эфирных масел и расщепления некоторых органических соединений. Кроме того, уменьшается объем сырья, оно становится более пластичным и удобным при заполнении емкостей для консервирования. Бланширование сопровождается некоторыми потерями сухих веществ (растворимых), особенно при использовании воды.

Чаще всего бланширование проводят в котлах, вмезанных в топку. Более стационарного режима нагревания достигают в котлах с двойными стенками, между которыми пропускают пар. На заводах по переработке овощей и плодов установлены непрерывнодействующие бланширователи (скребкового типа и др.).

Рецептура и ее компоненты. Не менее важным фактором, влияющим на качество будущей продукции, служит и качество других видов сырья, вводимых при ее выработке. Во всех солено-квашеных продуктах существенную роль играет качество поваренной соли, в подслащенных — качество сахарного песка. Соль, используемая при приготовлении всех видов продуктов, должна отвечать требованиям стандарта. непригодна соль йодированная или обладающая горьковатым привкусом в результате содержания сернокислых солей натрия и магния, особенно при квашении капусты.

Вкусовые качества и аромат солено-квашеных продуктов, различных консервов, продуктов с сахаром зависят от состава введенных компонентов. Соленые огурцы с добавлением сельдерея приобретают специфический вкус. Учитывая запросы потребителей, большинство овощной и плодовой продукции выраба-

тывают на основе разработанных рецептов и технологических инструкций.

Тара. Качество продукции в большой степени зависит от вида тары, ее подготовки и состояния. Наиболее распространенная тара — деревянные бочки, стеклянные бутылки, банки и бутылки. В некоторых отраслях промышленности (например, в консервной) применяют металлическую тару (банки различной емкости) или специфические деревянные резервуары — специальные крупные бочки — буты (в виноделии). Тара — необходимый и дорогостоящий предмет. Поэтому всю деревянную тару и большинство стеклянной используют многократно. Употребляют и тару из синтетических материалов.

Бочки. Для плодоовощной продукции их изготавливают из дубовой, осиновой, липовой, буковой и чинарной клепки. На большинство видов клепки и специальные бочки (для вина, пива и др.) существуют государственные стандарты. На бочки набивают от четырех до шести железных обручей. Для предохранения от ржавчины их покрывают масляной краской.

В центре одной из клепок на каждой бочке находится шпунтовое отверстие диаметром 35 мм. Иногда его сверлят в днище. Для закупоривания шпунтовых отверстий из мягкой древесины (липы, осины, тополя, ветлы и др.) вытачивают пробки в форме усеченного конуса длиной 60 мм.

Хранят бочки в подвалах или в других прохладных помещениях с достаточной влажностью воздуха. В крайнем случае, их укладывают на площадке и укрывают соломенными матами.

Подготовка бочек состоит из многих приемов. Так, бывшие в употреблении бочки осматривают и при необходимости ремонтируют. Затем их тщательно очищают и удаляют вещества, влияющие на качество продуктов, замачивают и дезинфицируют. Чистят бочки мокрым способом, ослабив обручи и вскрыв купорочное дно. Моют их жесткими травяными щетками или мочалками. После бочки замачивают на 15...20 сут, меняя воду четыре-пять раз. Вымачивают бочки и в проточной воде. Вода должна быть чистой и прозрачной. Особенно тщательно замачивают новые дубовые бочки, так как из них необходимо удалить избыток дубильных веществ.

Дезинфицируют и дезодорируют бочки ошпариванием и обработкой щелочью. Подготовленную тару перед наполнением продуктами окуривают сернистым ангидридом в плотно закрытом помещении. Иногда их дезинфицируют серой: ее сжигают в жаровнях, над которыми опрокидывают бочки, или непосредственно в бочках сжигают серные фитили. Окуренные любым способом бочки споласкивают чистой водой и сразу загружают продуктами. Бочки, предназначенные для варенья и повидла, должны быть сухими. Бочки, особенно из дерева мягких пород и пористо-

го бука, обрабатывают пищевым парафином марок А и Б. Деревянные пробки (шпунты) перед употреблением кипятят 10...15 мин в воде, просушивают и узкими концами (до половины) опускают в расплавленный парафин.

Стекл я н н а я т а р а. Сначала ее погружают в 2...3 %-й раствор каустической соды, затем промывают подогретой водой с помощью ершей (волосяных щеток) и дважды ополаскивают чистой водой. При необходимости загрязненную тару замачивают в хлорированной воде (0,3 г хлорной извести на 1 л воды).

§ 3. Приготовление квашеных и соленых продуктов

Процесс квашения. Квашением называют консервирование некоторых овощей и плодов в результате накопления в них молочной кислоты и других побочных продуктов брожения. Квашение — типичный пример ацидоценоанабиоза. Так готовят капусту, огурцы, томаты и яблоки, в меньших объемах — арбузы, груши, корнеплоды (морковь, свеклу) и ягоды (бруснику и некоторые другие). Создание анаэробных условий в продукте препятствует развитию в нем большей части бактериальной флоры, и особенно гнилостной, для существования которой необходим кислород. Этого достигают содержанием продукта, подготовленного к брожению, под гнетом в собственном соку или в приготовленных растворах с добавлением соли, а иногда и сахара. Слой жидкости (сока, рассола и т. д.) изолирует всю массу продукта от кислорода атмосферы.

Для успешного развития молочнокислых бактерий в заквашиваемой среде должно быть достаточно водорастворимых веществ, и прежде всего сахаров. Капуста белокочанная, предназначенная для переработки на квасильно-засолочных пунктах, должна содержать (не менее): сахаров 4...5 %, сухих растворимых веществ 8 %, витамина С 40 мг%. Технологическим требованиям отвечает капуста белокочанная сортов Белоснежка, Бирючукутская 138, Брауншвейгская, Завадовская, Краснодарская 1, Лада, Молдаванка, Московская поздняя 15, Подарок, Столичная, Харьковская зимняя, Южанка 31.

Обычно в значительной части продуктов, подвергающихся молочнокислому брожению, сахара присутствуют в нужном количестве. Доступными для бактерий они становятся в результате диффузии и механического разрушения растительных тканей (например, при подготовке к квашению капусту шинкуют).

Исключительное значение при квашении имеет создание повышенного осмотического давления в продукте. Молочнокислые бактерии выдерживают значительно большее осмотическое давление, чем многие другие, в том числе гнилостные бактерии. Создают повышенное осмотическое давление введением в про-

дукт поваренной соли, а в некоторых случаях и сахара (при мочении яблок, брусники и др.). Однако соль не следует рассматривать только как регулятор осмотического давления. Она придает вкус продуктам, способствует плазмолизу клеток и тканей, в результате чего выделяется значительное количество сока (это особенно хорошо видно при смешивании соли с нашинкованными листьями капусты). Поэтому группу квашеных продуктов, в которые вводят значительное количество соли, обычно называют солено-квашеными. Прежде всего относится это к капусте, в которую вводят 1,7 % соли (к массе всех продуктов в рецептуре), томатам и огурцам, заливаемым 6...9 %-м рассолом.

В рассматриваемых продуктах находятся различные группы молочнокислых бактерий. На первом этапе брожения наблюдается развитие «нетипичных» (гетероферментативных) бактерий, сбраживающих сахара с образованием не только молочной кислоты, но и других веществ: уксусной, муравьиной, пропионовой и янтарной кислот, этилового спирта, различных эфиров, диоксида углерода. Такие бактерии в числе продуктов своей жизнедеятельности выделяют около 50 % молочной кислоты. Выделившиеся побочные соединения придают заквашиваемому продукту специфические аромат и привкус.

При накоплении в продукте молочной кислоты 0,7...1 % происходит смена бактериальной флоры: развиваются формы, способные выдерживать большие концентрации кислоты. В таких условиях интенсивно действуют капустная палочка *Bact. brassicae fermentati*, а в огурцах *Bact. cucumeris fermentati*. Это «типичные» (гомоферментативные) бактерии, способные превращать 90 % сахаров в молочную кислоту и накапливать ее в продукте до 2,4 %.

Параллельно с молочнокислым брожением в заквашиваемых продуктах наблюдается спиртовое. Дрожжи хорошо развиваются в кислой среде и выдерживают большую концентрацию соли. Поэтому в квашеных продуктах всегда содержится этиловый спирт и накапливается диоксид углерода.

В процессе квашения могут развиваться и нежелательные микроорганизмы, например из рода *Aerobacter*, приспособившиеся к высоким концентрациям поваренной соли. Они образуют довольно много газов (диоксида углерода и водорода). Развитие таких микроорганизмов стремятся задержать быстрым накоплением кислоты в продукте, что достигается брожением при более высокой температуре (18...22 °С). Через пять дней квашения кислотность сока капусты составляет (%): при температуре 6...8 °С — 0,29 (исходная — 0,17); при 10...12 °С — 0,43; при 18...22 °С — 0,81.

Температура выше 22 °С также нежелательна. При этом разви-

ваются маслянокислые бактерии, которые продуцируют масляную кислоту, портящую продукт.

Чтобы обеспечить лучшее накопление молочной кислоты, при квашении применяют закваску, основу которой составляет *Lactobact. plantarum*. При использовании чистых культур молочнокислых бактерий достигают целенаправленного и более интенсивного молочнокислого брожения, а качество готового продукта улучшается. Капуста обычно обладает светлым цветом, более приятным ароматом и нежным вкусом без горечи. Увеличивается и количество аминокислот.

Концентрированную закваску готовят в специальных лабораториях. Она содержит не менее 100 млн бактерий в 1 мл. Перед употреблением ее разбавляют 20-кратным количеством кипяченой и охлажденной воды. Полученной бактериальной взвеси достаточно, чтобы заквасить 5 т капусты. В нашинкованную массу закваску вносят с помощью чистых опрыскивателей или других распыляющих устройств. Иногда из концентрированной закваски готовят рабочую.

Если технологический процесс квашения нарушается (повышается температура брожения или в продукт проникает воздух вследствие недостаточной герметичности тары и малого количества сока), то на поверхности размножаются дрожжеподобные грибы: пленчатые из рода *Candida* и пигментные из рода *Torula*. Размножаются и плесневые грибы из рода *Oidium* и даже из родов *Penicillium* и *Aspergillus*.

Данные микроорганизмы потребляют молочную кислоту, снижают кислотность продукта и создают условия для размножения гнилостных бактерий. В результате квашеные продукты портятся, появляются неприятный запах, дряблость, изменение цвета. Иногда при размножении пигментных розовых дрожжей квашеная капуста розовеет, вкус ее ухудшается. Развиваются солеустойчивые гнилостные микроорганизмы, например *Bac. mesentericus fuscus*. Надежное средство сохранения в хорошем виде готовых продуктов — содержание их при низких температурах (0...2 °С).

Технология квашения капусты. Капусту заквашивают целыми кочанами или нарезанную (нашинкованную или рубленую). Более распространен последний способ. При заквашивании целыми кочанами требуются значительно большие емкости.

Квасят капусту с кочерыгой или без нее. В первом случае кочерыги сильно измельчают. Перед шинкованием кочерыгу распускают ножом на четыре—восемь частей. Если капусту готовят без кочерыг, их удаляют ножом вручную или на специальных сверлильных машинах. Согласно действующему стандарту, по способу приготовления квашеную капусту подразделяют на виды:

шинкованная, рубленая, кочанная с переслойкой шинкованной или рубленой и цельнокочанная.

Существует много рецептов приготовления квашеной капусты. Однако обязательные компоненты в ней — морковь и соль. Добавление моркови (3...5 % массы капусты) столовых сортов обеспечивает достаточное количество сахаров для питания молочнокислых бактерий и дрожжей, улучшает внешний вид продукта, повышает его витаминную ценность. Желательно, чтобы и в самой капусте было больше сахара (не менее 4 %). Соль вводят 1,7 % общей массы капусты и моркови. Часто в капусту добавляют (%): целые яблоки до 8, клюкву 2, семена тмина 0,05, столовую свеклу 6, сладкий перец до 10 или маринованные грибы до 9. Для квашения капусты используют дощники, деревянные бочки, контейнеры, пленочные материалы.

После удаления зеленых, поврежденных и загрязненных листьев кочаны шинкуют. Подготавливают капусту и другие виды сырья, вводимые в нее, на поточных линиях квасильных пунктов, оснащенных транспортерами и необходимыми машинами. Одна из таких линий показана на рисунке 82. Зачищают кочаны на столе 1. Отходы удаляют с помощью транспортеров 2

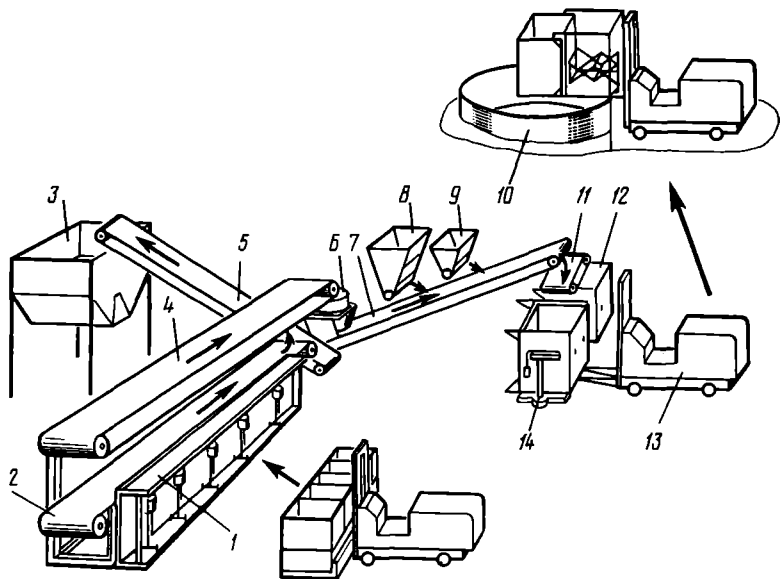


Рис. 82. Поточная линия квашения капусты:

1 — стол для удаления листьев; 2 и 5 — транспортеры отходов; 3 — бункер отходов; 4 — транспортер; 6 — шинковальная машина; 7 — наклонный транспортер; 8 — дозатор моркови; 9 — дозатор соли; 10 — дощник; 11 — реверсионный конвейер; 12 — контейнер; 13 — электропогрузчик; 14 — весы.

и 5. Подготовленные кочаны поступают в шинковальную машину 6. Измельченная капуста попадает на вибрационные сита, просеивается и передается на транспортер 7, а оставшаяся на ситах (пластинки кочерыги и крупные листья) снова поступает в шинковальную машину. Дозатор 8 распределяет чистую нашинкованную на корнерезке морковь.

Соль предварительно просеивают и пропускают через магнитные установки. Нашинкованная капуста вместе с морковью и солью с наклонного транспортера 7 попадает на реверсионный конвейер 11 и оттуда в приемные контейнеры. Последние установлены по обе стороны реверсионного конвейера на платформах товарно-рычажных весов, оборудованных контактами. После заполнения контейнера смесью шинкованной капусты, моркови и соли площадка весов 14, опускаясь, включает контакты электродвигателя реверсионного конвейера, и он начинает двигаться в обратную сторону, заполняя второй свободный контейнер.

Взвешенный контейнер электропогрузчиком 13 доставляют к дошнику 10. Сталкиватель погрузчика выдвигает вперед кожух контейнера без дна, и нашинкованная капуста падает в дошник, частично уплотняя находящуюся в нем продукцию. При заполнении дошника капусту разравнивают железными лужеными, деревянными или из нержавеющей стали граблями с длинной ручкой. Утрамбовывают ее деревянными трамбовками.

Дошник заполняют капустой выше краев в виде конуса до 1 м. Затем капусту укрывают чистым полиэтиленовым полотном или марлей в два слоя и оставляют для осадки на 12...24 ч. После поверхность разравнивают и добавляют новую порцию нашинкованной капусты до краев дошника, закрывают чистыми зелеными листьями слоем 5 см, прокипяченным полотном и накладывают подгнетный деревянный круг, надавливая его так, чтобы сок на 5 см закрывал поверхность капусты. Признаком начала брожения капусты служит легкое помутнение сока и появление на его поверхности пузырьков газов. Образующуюся при этом пену удаляют.

В некоторых квасильно-засолочных цехах вместо винтовых прессов применяют водно-солевой гнет. После самоуплотнения капусты (2 ч) сверху накладывают полиэтиленовую пленку толщиной 150...200 мкм, размером на 0,8 м больше диаметра дошника. На пленку ровным слоем насыпают поваренную соль из расчета 80 кг на 10 т капусты и постепенно, по мере оседания капусты (но не ниже 20 см от верхнего края дошника), наливают водопроводную воду — 500...600 л. Вода плотно прижимает пленку к стенкам дошника, создавая надежные анаэробные условия для ферментации капусты.

Перед вскрытием дошника для реализации капусты солевой раствор откачивают в свободный резервуар. Раствор и поли-

этиленовую пленку используют многократно. Преимущества водно-солевого гнета заключаются в том, что он надежен и прост в эксплуатации, требует меньше трудовых и материальных затрат, сокращает по сравнению с винтовым прессом (гнетом) общие потери на 5...7 %.

Для совершенствования технологии и снижения потерь, улучшения санитарного состояния при квашении капусты в дощники рекомендуют помещать вкладыш из нестабилизированных полиэтиленовых пленок низкой плотности (марок А и Б). Вкладыш заполняют шинкованной капустой выше краев на 50 см, разравнивают и в центре делают углубление 20...30 см. Для герметичности верхний шов вкладыша профильным замком соединяют с крышкой (или соединяют сварочным аппаратом). По центру крышки предварительно монтируют штуцер с обратным клапаном, который соединяют со шлангом. С помощью вакуумного насоса постепенно откачивают воздух до разрежения 300 мм.

При температуре 18...22 °С за 5...7 сут образуется молочная кислота (0,7...1 %). При таких условиях квашение заканчивается за неделю. Продукт во избежание перекисания охлаждают. Для этого капусту часто перекадывают из дощников в бочки и через шпунтовое отверстие заливают соком. Затем отверстие закрывают, а бочки отправляют в холодильные камеры.

При квашении капусты, солении овощей, мочении плодов используют контейнеры ЕС-200 с полиэтиленовыми вкладышами (рис. 83). Капусту доставляют в квасильный цех в контейнерах 2. Электропогрузчиком 1 контейнеры устанавливают на контейнероопрокидыватель 3, с которого капуста поступает на ленточный транспортер 4 зачистки, где вручную снимают верхние зеленые, грязные и поврежденные листья, обрезая кочерыгу ровень с кочаном или высверливают ее. Отходы удаляют по

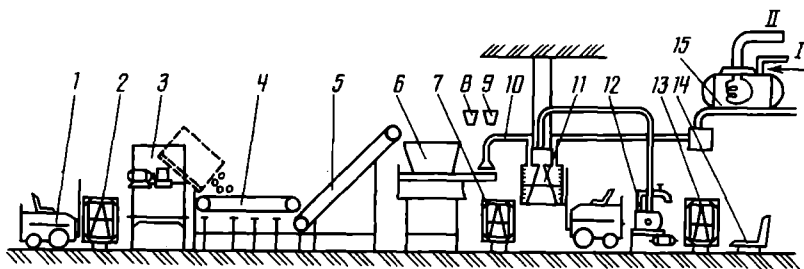


Рис. 83. Механизированная линия квашения капусты в контейнерах ЕС-200: 1 — электропогрузчик; 2, 7, 13 — контейнеры; 3 — контейнероопрокидыватель; 4 — ленточный транспортер; 5 — скребковый транспортер; 6 — шинковальная машина; 8 — дозатор соли; 9 — дозатор моркови; 10 — дозатор подачи закваски молочнокислых бактерий; 11 — устройство прессования и вакуумирования капусты; 12 — вакуум-насос; 14 — весы; 15 — резервуар закваски из молочнокислых бактерий; I — вода; II — пар.

транспортерам, а очищенные кочаны при помощи скребкового транспортера 5 подают в шинковальную машину 6. Высота последней позволяет установить здесь контейнер 7 с полиэтиленовым вкладышем для заполнения шинкованной капустой и морковью.

Морковь моют, очищают и подают в дозатор 9, из которого она поступает на измельчение в овощерезку. Заполненный солью дозатор 8 устанавливают в верхней части транспортера подачи шинкованной капусты и моркови.

В контейнер ЕС-200 одновременно поступают все компоненты. Капуста орошается закваской из молочнокислых бактерий с помощью распыляющих форсунок (из расчета 4 л на контейнер). Затем контейнер электропогрузчиком подают к устройству 11 прессования шинкованной капусты. Оно состоит из металлического диска, жестко прикрепленного к потолку квасильного цеха, вакуум-насоса ВНН-1,5М и зажима горловины полиэтиленового вкладыша, прижим которого обеспечивает герметичность в соединении с диском. Электропогрузчиком контейнер с капустой поднимают вверх, закрепляют на диске полиэтиленовый вкладыш, включают вакуум-насос 12. Капуста уплотняется, на ее поверхности появляется сок. После этого вакуум-насос выключают, освобождают от зажима горловину вкладыша и опускают контейнер вниз. Горловину вкладыша продевают в зазор между средними планками решетки-гнета, которую укладывают поверх спрессованной капусты и закрепляют фиксаторами.

Затем контейнер помещают в камеру ферментации, где выдерживают 3...4 сут при температуре 24...26 °С до накопления в капусте молочной кислоты 0,6 %. В результате брожения горловина полиэтиленового вкладыша заполняется капустным соком, препятствующим проникновению в продукцию вредной микрофлоры.

После активной ферментации капусты полиэтиленовые вкладыши герметизируют и электропогрузчиком контейнеры перевозят в охлаждаемое хранилище. Хранят контейнеры при температуре 0 ± 1 °С штабелями в четыре—шесть ярусов. После реализации порожние контейнеры возвращают для повторного использования. Такая технология предусмотрена в квасильно-засолочном цехе (рис. 84), где квашеной продукции вырабатывают 500 т, соленой 250 т в год (типовой проект 814—2—2.13.87).

В квашеной капусте первого сорта массовая доля поваренной соли должна составлять 1,2...1,8 %, титруемая кислотность (в пересчете на молочную кислоту) 0,7...1,3 %. Капуста должна быть сочной, упругой, хрустящей при раскусывании, светло-соломенного цвета с желтовато-зеленоватым, оттенком, с ароматом, характерным для квашеной капусты, и ароматом приправ. Вкус — приятный, кисловато-солончатый, без горечи и посто-

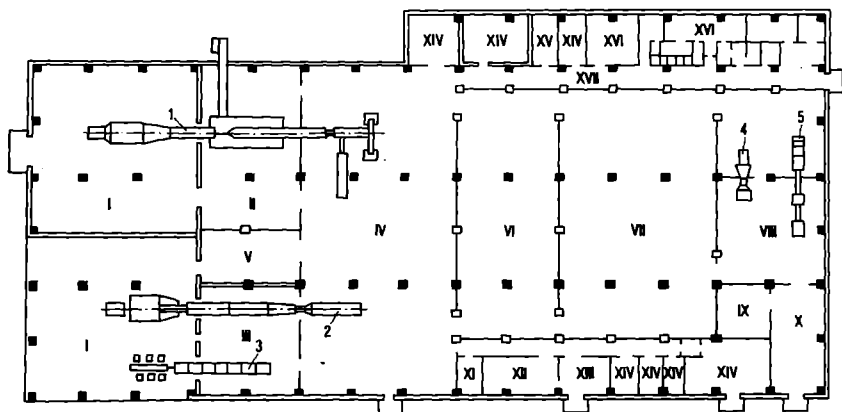


Рис. 84. План квасильно-засолочного цеха производительностью 750 т в год: I — линия подготовки капусты; 2 — линия подготовки огурцов и томатов; 3 — линия подготовки зелени; 4 — линия фасования квашеной капусты; 5 — линия фасования соленых огурцов и томатов; I — сырьевая площадка; II — отделение подготовки капусты; III — отделение подготовки огурцов и томатов; IV — квасильно-засолочное отделение; V — отделение приготовления контейнеров; VI — ферментационное отделение; VII — охлаждающая камера; VIII — отделение фасования; IX — камера хранения готовой продукции; X — экспедиция; XI — кладовая специй; XII — отделение приготовления солевого раствора; XIII — кладовая соли; XIV — служебные помещения; XV — отделение приготовления закваски; XVI — бытовые помещения; XVII — коридор.

ронного привкуса. Наилучшая температура хранения квашеной капусты 0...2 °С.

При подготовке сырья, приправ, пряностей нормируемые потери составляют (% к зачищенному сырью): для капусты белокочанной свежей 8, моркови 16,6; клюквы и брусники 10; яблок 3; перца стручкового сладкого 25; поваренной соли 1. Зеленые капустные листья, очистки от моркови, свеклы и другие отходы квасильно-засолочного цеха используют на кормовые цели. Потери возрастают, если удаляют кочерыгу; при высверливании на станке они составляют 10,8 %, при вырезке ножом — 13 % массы зачищенной капусты.

Технология соления огурцов и томатов. Партии сырья сортируют по качеству (сортам) и калибруют по размеру. Томаты сортируют также по степени зрелости. Огурцы калибруют на корнишоны (до 50 мм, 51...70 и 71...90 мм); мелкие 91...110 мм; средние 111...120 и крупные 121...140 мм.

Технологические требования к огурцам, предназначенным для соления и маринования, включают показатели качества, например: размер, форма — правильная, цилиндрическая, удлиненно-овальная; поверхность — гладкая, опушенная, допустима мелкая и среднебугорчатая; цвет — однородный, зеленый или темно-зеленый; консистенция — плотная, хрустящая; вкус — характер-

ный, без горечи; отношение длины плода к его диаметру — не менее 2,8; отношение семенной камеры к диаметру плода — 0,6. Кожица должна быть тонкой, негрубой. Содержание сухих веществ (по рефрактометру) не менее 4...5 %, сахаров не менее 2,5 %. Таким требованиям отвечают огурцы сортов Нежинский местный, Нежинский 12, Донской 175, Парад, Витязь, Конкурент, Кустовой, а также гибриды F₁ Великолепный, Дельфин, Садко, Сигнал 235 и др.

При солении огурцов используют разнообразные рецепты. Почти во все из них входят: укроп — 3...4 %; хрен — 0,5...0,8; чеснок — 0,25...0,6; перец горький свежий — 0,1...0,15 или сушеный — 0,03 %. В некоторых рецептурах используют эстрагон — 0,5...0,8 %, листья петрушки — 0,5, черной смородины — 1...2,5 % и др.

Технологические требования к сортам томатов, предназначенным для соления и маринования, включают следующие показатели качества: форма — однородная, удлиненная, округлая; размер — для удлиненной длина 36...70 мм, диаметр 25...40, для округлых 30...40 мм; поверхность — гладкая; место прикрепления плода — 8...10 мм²; число камер — две-три; консистенция — мясистая без пустот; цвет — однородный, ярко-красный, без зеленовато-желтого пятна; вкус — гармоничный, с характерным ароматом. Семена не должны превышать 0,7 % массы плода. Содержание сухих веществ (по рефрактометру) не менее 5,5 %; витамина С не менее 25 мг%; ликопина не менее 4,2 мг%; рН 4,2...4,4; отношение сахара к кислоте не менее 7. Томаты, отвечающие перечисленным требованиям, используют для консервирования.

Рецептуры соления томатов разнообразны. Обычно добавляют укроп — 1,5...2,5, чеснок — 0,3...0,4 %. Хрен вводят значительно реже — 0,3...0,6 %. Часто используют перец горький — 0,1...0,15 и листья смородины — 1...2,5 %. Ограниченно применяют смеси майорана, базилика, чабера и кориандра — до 0,5 %.

После сортирования огурцы и томаты поступают на мойку. Сильно загрязненные плоды и зеленцы замачивают 30...40 мин в ваннах с чистой проточной холодной водой. Затем их моют на моечных машинах и перемещают транспортерами к подготовленной таре. Иногда процесс завершают ополаскиванием под душем. Пряности хорошо промывают и нарезают на кусочки длиной не более 8 см; хрен (листья или коренья) после мытья и очистки измельчают на корнерезке (лапша или кружочки). У чеснока обрезают донце и шейку, промывают и делят его на зубки.

Подготовленные бочки взвешивают. На дно бочки кладут треть порции полагающихся компонентов. Затем заполняют огурцами или томатами до половины, после кладут вторую треть пряностей и заполняют бочку доверху. Сверху укладывают оставшиеся пряности так, чтобы купорочное дно плотно надавливало на их верх-

ний слой. Затем вставляют купорочное дно и осаживают обручи. Сразу после этого через шпунтовое отверстие вводят приготовленный рассол и для быстрого начала брожения и накопления молочной кислоты (0,3...0,4 %) оставляют их на 1...2 сут на бродильной площадке.

Естественная убыль массы при солении огурцов при ферментации составляет 4...7 %, в зависимости от сорта и условий хранения. После ферментации бочки доливают рассолом и плотно закрывают шпунтовое отверстие пробкой, положив на нее кусочек полотна или мешковины.

Бочки маркируют и отправляют на склад. Дальнейшее брожение проходит при низких положительных температурах. В таких условиях оно идет медленно и в огурцах не образуются пустоты в результате разрыва тканей под действием выделяющихся при брожении газов. При хранении на льду огурцы готовы через 50...60 сут, в обычных хранилищах (подвалах) через 30 сут.

Концентрация рассола зависит от условий хранения. Если огурцы хранят в подвалах, количество соли увеличивают на 1 %. Учитывают и размеры огурцов. Так, для крупных концентрация рассола больше 8 %, средних 7, мелких 6 %. Рассол готовят на специальных станциях. Соль растворяют до получения концентрированного раствора, затем разводят его до нужной концентрации. При перекачивании раствор пропускают через мешочные фильтры. Рабочий рассол в бочки подается самотеком. Вода жесткостью 20...35 мг экв/л и содержанием солей железа не более 0,3 мг/л — лучшая для приготовления рассола. Массовая доля поваренной соли в рассоле должна составлять 2,5...3,5 %, титруемая кислотность (в пересчете на молочную) — 0,6...1,2 %. По консистенции огурцы должны быть крепкими, с плотной мякотью, с недоразвитыми водянистыми, некожистыми семенами, хрустящие. Вкус — солоновато-кисловатый, с ароматом и привкусом пряностей.

Аналогично солят и томаты. Красные и розовые плоды помещают в бочки или бутылки вместимостью соответственно 50 или 5 л. В соленых томатах (красных и розовых) массовая доля поваренной соли должна составлять 2...3,5 %; титруемая кислотность — 0,8...1,2 %. Плоды должны обладать мягкой, не расплывшейся консистенцией, кисловато-солонатым вкусом, с ароматом и привкусом пряностей.

При солении огурцов, томатов, арбузов, перцев, мочени яблок также применяют полиэтиленовые вкладыши. Заполненные овощами с пряностями контейнеры с вкладышами взвешивают, отмечают массу брутто, нетто и дату засолки. На ферментационной площадке в них укладывают и фиксируют решетку-гнет, заливают продукцию рассолом и выдерживают ферментационный период. После окончания ферментации контейнеры визуально проверяют на герметичность. Доливают рассол до полного по-

67. Расход сырья (кг) при мочении яблок

Сырье	Рецептура				Сырье	Рецептура			
	1	2	3	4		1	2	3	4
Яблоки свежие	1067	1067	1067	1067	Соль	10	10	10	10
Сахар	30	40	25	30	Горчица	1,5	—	—	4

крытия решетки-гнеда слоем 3...4 см, затем герметизируют вкладыш. Герметизированные контейнеры с соленой продукцией перевозят в охлаждаемые хранилища и устанавливают в четыре—шесть ярусов. Реализуют продукцию в тех же контейнерах или в фасованном виде. В последнем случае требуется специальная линия.

Технология мочения яблок. Термин «мочение» распространен давно, хотя, по существу, он характеризует процесс квашения. Для приготовления моченых яблок используют плоды осенних и зимних сортов. На 1 т готового продукта расходуют определенное количество сырья (табл. 67).

Иногда сахар полностью или частично заменяют медом (10...20 кг). Он придает специфический, очень приятный аромат. Яблоки, отсортированные по товарным и помологическим признакам и промытые, укладывают плотными рядами в подготовленные бочки. Дно и стенки их выстилают ржаной или пшеничной соломой, предварительно обваренной кипятком. Ряды яблок также отделяют соломой один от другого. Наполненные бочки укупоривают и через шпунтовое отверстие заливают доверху раствором. Раствор для заливки (воды 95,5...93,5 %, соли 1...1,5, сахара 2,5...4 %) расходуют из расчета 800 л/т.

Бочки с яблоками 3...5 сут выдерживают при температуре около 15 °С (до накопления 0,3...0,4 % молочной кислоты). Затем доливают, если необходимо, раствором, закупоривают и отправляют на хранение. Мочение можно считать законченным, если массовая доля молочной кислоты в растворе достигает 0,6 %. Обычно на это требуется месяц.

Хранение готовой продукции. Солено-квашеная продукция хорошо сохраняется при температуре —1...4 °С. Готовую продукцию хранят в ледниках, на ледяных площадках или в холодильниках. Иногда ее охлаждают в дощниках. Если планируется хранение до лета, то намораживают ледяное укрытие.

Следует упомянуть еще об одном способе хранения. Это хранение в водоемах, где низкая и стабильная температура воды (4...5 °С) держится продолжительное время — с поздней осени до весны. Содержание бочек с продукцией в воде защищает их от соприкосновения с воздухом. Наиболее пригодны водоемы с род-

никами, чистой водой и песчаным дном. Бочки загружают в водоемы разными способами: связывают в паки и подвешивают на тросах или укладывают в клетки, затапливаемые с помощью балласта, и т. д. Слой воды над ними должен быть не менее 1 м для защиты от промерзания продукции или вмержания бочек в лед. Из проточных водоемов продукцию выгружают до вскрытия льда.

§ 4. Маринование и химическое консервирование продуктов

Маринование. Так называют консервирование овощей, плодов, грибов и других продуктов уксусной кислотой. Продукты, приготовленные таким способом, различают в зависимости от массовой доли уксусной кислоты (%): слабокислые пастеризованные — 0,4...0,6; кислые пастеризованные — 0,61...0,9; острые непастеризованные — более 0,9 (чаще 1,2...1,9). Массовая доля сахара в готовых овощных маринадах достигает 1...3,4 %, в плодово-ягодных 10 (в слабокислых) и 15 % (в кислых). Маринование — типичный пример ацидоанабиоза.

К распространенным слабокислым пастеризованным мариинадам относятся консервированные огурцы и томаты. Маринуют также патиссоны, цветную капусту, фасоль (стручками), свеклу, чеснок, лук, перец, баклажаны. Из плодов и ягод для приготовления маринадов используют яблоки мелкоплодных сортов, груши осенних и зимних сортов, темноокрашенные плоды вишни, черешни, сливы, кизила, виноград столовых сортов, смородину (черную, белую, красную), мелкоплодный крыжовник.

Необходимая составная часть всех маринадов — пряности. Их включают в продукты в небольших количествах (% массы получаемого продукта): корицы 0,03; перца горького 0,01; лаврового листа 0,04. Пряности вводят в маринадную заливку в виде фильтрованных вытяжек. В овощные маринады добавляют соль — 1,5...2 %.

Маринуют не только свежие, но и соленые овощи. Для удаления избытка соли их вымачивают 8...24 ч. Лук и цветную капусту дополнительно бланшируют. Маринадную заливку со всеми компонентами, кроме пряностей, кипятят в котлах 10...15 мин, затем вносят вытяжки пряностей и уксусную кислоту. Подготовленное сырье помещают в стеклянные банки или бочки, заливают маринадом и герметизируют, так как концентрации уксусной кислоты в маринадах обычно недостаточно для полного подавления микрофлоры. В связи с этим многие маринованные продукты пастеризуют. Хранят пастеризованные маринады при температуре 2...20 °С, непастеризованные — при 0...2 °С. Для выработки маринадов созданы механизированные линии.

Химическое консервирование. В качестве химических консервантов при переработке овощей и плодов в нашей стране применяют ограниченное число химических соединений. Наиболее распространены из них сернистая (сернистый ангидрид) и сорбиновая кислоты. Используют также соли бензойной кислоты. Технологические инструкции по применению химических консервантов предусматривают строгое нормирование их при приготовлении различных продуктов. Нормируют и остаточное количество консервантов в готовых продуктах.

Сырье и полуфабрикаты из него подвергают химической стерилизации, используя принцип абиоза. Плодово-ягодные соки и пюре консервируют сернистым ангидридом в сульфитаторах с механическими мешалками. Жидкий или газообразный сернистый ангидрид медленно подают в смеситель из баллона для лучшего насыщения сока. Одновременно с пуском газа включают мешалку. Поступление сока продолжается до заполнения сульфитатора. После перемешивания (15...20 мин) сульфитированный сок перекачивают в закрытые герметизированные отстойники (чаны, цистерны) или бочки.

При отсутствии смесителей сок сульфитируют в отстойниках. В этом случае через отверстие в крышке опускают барботер из некорродирующего металла, присоединенный шлангом к баллону с сернистым ангидридом, установленному на весах. Отстойник закрывают, а в сок через барботер медленно попадает сернистый ангидрид. Содержание сернистого ангидрида в земляничном и малиновом соках 0,1...0,12 %, в остальных 0,1...0,16, в пюре 0,1...0,2 %.

Сульфитированное пюре хранят в кирпичных, цементных и бетонных бассейнах, железобетонных баках и деревянных чанах вместимостью до 25...30 т с герметически закрывающимися крышками (во избежание утечки консерванта). Поверхность резервуаров рекомендуют покрывать защитной пищевой смолкой, которую готовят из канифоли — 85 %, парафина — 10 и растительного масла — 5 %, или применять полиэтиленовые вкладыши.

Все сырье и полуфабрикаты, консервируемые сернистой кислотой, подвергают последующей тепловой обработке, например кипячению, увариванию для удаления летучей сернистой кислоты. Остаточные количества сернистой кислоты, безопасные для здоровья человека, регламентированы стандартом.

Для консервирования соков используют также бензойнокислый натрий. Содержание его в соках не более 0,1...0,12 %. Эту соль бензойной кислоты растворяют в горячем соке и понемногу добавляют в смеситель, где находится основная часть сока. Законсервированный сок перекачивают в отстойные чаны или бочки. После хранения соки декантируют, фильтруют через асбестовые фильтры и направляют на фасование.

В качестве консерванта плодоовощной продукции применяют сорбиновую кислоту и ее соли. Она подавляет развитие дрожжей и плесневых грибов, но не действует на бактериальную флору. Сорбиновую кислоту растворяют в 10-кратном количестве горячего продукта, нагревая его до температуры 80...85 °С. При консервировании плодов и ягод, протертых с сахаром, сорбиновую кислоту добавляют в просеянный сахарный песок, подготовленный для смешивания с протертой продукцией. Содержание сорбиновой кислоты в продукте должно составлять 0,05...0,06 %. В таком количестве ее и вводят при консервации.

§ 5. Консервирование в герметически укупоренной таре

Классификация консервов. Огромное количество овощей и плодов сохраняется в герметически укупоренной таре. Это позволяет использовать продукты в течение года, хотя они несколько отличаются по качеству от свежих. Подавляющую часть плодоовощной продукции в таре вырабатывают на предприятиях консервной промышленности (консервных заводах) и лишь небольшую — на сельскохозяйственных.

Ассортимент консервов, выпускаемых промышленностью, чрезвычайно разнообразен. Из овощей готовят натуральные овощные и закусочные овощные консервы, из томатов — томат-пюре и томат-пасту, овощные соки, овощные салаты и гарниры. Кроме того, вырабатывают овощные и мясо-овощные первые обеденные (борщ, щи, рассольник и др.) или вторые блюда (голубцы, рагу и др.). Из плодов готовят компоты и соусы.

Натуральные овощные консервы. Подготовленные овощи заливают 2 %-м раствором поваренной соли. Они предназначены для приготовления первых и вторых блюд или гарниров, поэтому требуют предварительной кулинарной обработки. Так консервируют зеленый горошек, спаржу, сахарную кукурузу, томаты целыми плодами, фасоль овощную и др. Консервируют также молодые корнеплоды свеклы столовой округлой или округло-плоской формы с темно-красной мякотью без светлых колец. Делают консервы из овощной смеси.

Цех овощных консервов мощностью миллион условных банок в год (типовой проект 814—2—016.88) предназначен для строительства в хозяйствах. В цехе предусмотрен выпуск овощных натуральных консервов из огурцов, патиссонов, перца, томатов и т. д. в соответствии с ассортиментом и действующими технологическими инструкциями.

Вследствие обширного ассортимента сырья, различных комбинаций его в рецептуре и характера использования продуктов технологический процесс производства их несколько различается.

В основе приготовления большинства из них лежит создание условий абиоза в продукте, помещенном в тару. Этого достигают термостерилизацией. Общая схема производства консервов следующая: подготовка тары и сырья — составление смеси по рецептуре — загрузка в тару (банку) — стерилизация — термостатирование — бракераж — хранение на складе — транспортирование к потребителю.

Для консервов из плодов и овощей преимущественно используют стеклянную тару из термоустойчивого стекла, выдерживающего нагревание, вакуум и давление. Это позволяет закладывать подготовленный продукт в подогретом виде и закупоривать банки (закатывать крышки) в вакууме, удаляя из них воздух. Крышки для герметизации делают из жести и снабжают их тонкой резиновой прокладкой (ободком).

Стерилизацию проводят в зависимости от вида консервов обычно при температуре 100...121 °С. При температуре до 100 °С ее осуществляют в котлах. При более высокой температуре стерилизацию ведут под давлением в автоклавах. Во избежание срыва крышек охлаждение проводят непосредственно в автоклаве или воздухом при противодавлении 80,8...202 кПа. После стерилизации банки несколько дней выдерживают при температуре 35 °С (термостатируют) для проверки содержимого на стерильность, затем направляют на склад, где поддерживают пониженную положительную температуру.

Закусочные овощные консервы. Приготавливают в томатном соусе с растительным маслом. Они готовы для употребления в пищу без дополнительной кулинарной обработки. Основным сырьем служат баклажаны, перец овощной, кабачки и томаты. Для приготовления фарша применяют морковь, белые корни (пастернак, сельдерей и петрушку), лук, укроп. Смесь из листьев петрушки, сельдерея и укропа называют зеленью.

Для примера рассмотрим приготовление консервов «Икра кабачковая». В рецепт включают (%): кабачки или патиссоны обжаренные 77,33; морковь обжаренную 4,6; белые корни обжаренные 1,3; лук репчатый обжаренный 3,2; зелень свежую, а также соль поваренную 1,5; сахар 0,75; перец черный молотый 0,05; томат-пасту 30 %-ю 7,32; масло растительное 3,6. После обжаривания овощи немедленно измельчают на волчке или протирочных машинах. Все компоненты смешивают в смесителе с подогревом до полного растворения соли и сахара и получения однородной массы. Затем смесь фасуют в банки, укупоривают. Стеклянные банки стерилизуют в автоклаве при давлении 254 кПа, или 2,5 атм. Охлажденные банки выгружают, разбраковывают, моют, подсушивают и этикетировывают. Готовую продукцию отправляют на термостатирование и в склад на хранение.

Несмотря на герметизацию и термостерилизацию, возможны разные виды порчи консервов. Например, вздутие доньшка (только у банок из жести) и крышки, так называемый бомбаж. Он возникает по разным причинам. Природа его может быть микробиологической, химической и физической. Микробиологический бомбаж происходит вследствие недостаточной стерилизации. Микроорганизмы, оставшиеся живыми в продукте, выделяют газы, вызывающие внутри банки повышенное давление. Потребление в пищу бомбажных консервов недопустимо, так как в них могут развиваться микроорганизмы, образующие токсичные вещества. Химический бомбаж возникает в результате образования в банке водорода, выделяемого при воздействии кислот на жести тары. Физический бомбаж происходит вследствие неправильного технологического процесса.

Кроме того, порча консервов возникает и без бомбажа. Это скисание продукта, изменение окраски, загрязнение тяжелыми металлами, негерметичность банки.

На все виды консервной продукции и на методы исследования ее качества существуют государственные стандарты. При производстве овощных закусочных консервов случаются значительные отходы и потери сырья. Например, отходы при чистке и резке овощей составляют для кабачков и патиссонов от 5 %, для томатов 15 %. При временном хранении продукции на сырьевой площадке потери составляют 1,5...3 %, бланшировании 2...3, при обжаривании 2 % и т. д.

Семена томатов, которые при производстве разнообразных продуктов направляют в отходы, можно использовать для производства пищевых и технических масел, жмыхи или шрот на корм скоту. Семена томатов содержат жира 27...30 %. Количество сырого протеина в жмыхах из семян достигает 37...44 %, в том числе переваримого 27...29; безазотистых экстрактивных веществ 15...25; золы 5,3...6,3; жиров 10...12 %.

§ 6. Консервирование сахаром

Принцип консервирования. Плоды и ягоды для сохранения их природных свойств консервируют сахаром. Для полной консервации таким способом (использование принципа осмоанабиоза) требуется большая концентрация сахара. Примером служат протертые плоды и ягоды, смешанные с сахаром. Если не добавлять каких-либо консервирующих средств (например, сорбиновой кислоты), то на 1 кг протертых ягод и плодов вводят до 2 кг сахара. В противном случае для длительного хранения необходима стерилизация.

Технологический процесс. Протертые с сахаром продукты

готовят из всех ягод и яблок. В них хорошо сохраняются витамин С, вкус и аромат. Для производства протертых продуктов используют ягоды и яблоки, содержащие наибольшее количество сухих веществ. Качество данной группы продуктов также нормировано стандартами, в которых предусматривается содержание сухих веществ и витамина С.

Варенье. Питательный, вкусный, но маловитаминизированный продукт. В производственных условиях его готовят в несколько приемов. После подготовки сырья, чтобы плоды и ягоды не оказались обезвоженными и жесткими, их до варки заливают сахарным сиропом температурой 70 °С. Находясь в сиропе 3...4 ч, сырье пропитывается сахаром. Сироп наименьшей концентрации (25...40 %) применяют при варке крыжовника, кизила и слив, наибольшей (70 %) — при варке земляники и клюквы. Абрикосы, персики, черешню, яблоки и груши заливают 45...60 %-м сиропом. Для варенья используют яблоки сортов Коричное полосатое и его клоны, Куликовское, Россошанское полосатое, Слава переможцам, Спартан, Фаворит.

Сироп готовят в специальных котлах. Сахар (по расчетной концентрации) растворяют в воде при нагревании до температуры 50 °С. В образовавшийся раствор на 100 кг сахара добавляют пищевой альбумин (4 г) или четыре яичных белка и доводят его до кипения. Свертывающийся белок, всплывающий в виде пены, очищает сироп от загрязнения. Образовавшуюся пену снимают, а сироп фильтруют.

Варят варенье в специальных вакуумных аппаратах или обычных двутельных котлах. При отсутствии указанного оборудования варку ведут на обычных плитах или жаровнях, используя латунные тазы вместимостью 8...12 кг. Лучший способ варки — вакуумный.

На 100 кг смеси плоды составляют 45...47 кг, сахар — 48...58, патока — 7...8 кг. Варку ведут в несколько приемов (многократно, минимум — два), между которыми варенье выстаивает в тазах в течение нескольких часов (8...10...12) и тем самым всякий раз охлаждается. Во избежание усыхания плодов сильное кипение сиропа недопустимо. Каждый период кратковремен (2...3, 4...8 мин), и в целом он продолжается обычно не более 40 мин. С поверхности продукта периодически снимают пену, в конце процесса добавляют крахмальную патоку как средство повышения вязкости сиропа. Окончание варки устанавливают по интенсивности стекания сиропа с ложки; показателям ареометра, рефрактометра; температуре кипения (106...107 °С). Переваренное варенье характеризуется низким качеством, недоваренное быстро портится.

Варенье, предназначенное для хранения в негерметичной таре, должно содержать сухих веществ не менее 70...75 %. Про-

дукт, подлежащий герметизации и пастеризации, может быть более жидким и содержать сухих веществ менее 70 %.

Фасуют варенье в сухие бочки вместимостью 50 кг или в стеклянную тару, с равномерным распределением сиропа и твердой фазы. Варенье, герметизированное в стеклянной таре, пастеризуют 25 мин при температуре 90 °С. Хранят его при температуре 10...15 °С.

Д ж е м. Также представляет собой продукт, полученный увариванием плодов и ягод в сахарном сиропе. Его уваривают до содержания сухих веществ 73 %. При содержании их до 69 % продукт стерилизуют. В джеме, помимо сахара (60...65 %), много желирующих веществ, так как его делают из сырья, богатого пектином. При недостатке последнего до уваривания вводят 5...15 частей желирующего сока. Уваривают джем в один прием в двутельных котлах или вакуум-аппаратах. Хранят его в бочках или стеклянной таре.

П ю р е. Плодово-ягодное пюре и повидло — важный вид сырья для кондитерской промышленности. Для этого используют и менее ценное сырье, непригодное для хранения и перевозок. Пюре представляет собой измельченные, протертые плоды и ягоды. Самое ценное пюре для кондитерской промышленности получают из сырья, содержащего много пектина. В нашей стране пюре в основном готовят из яблок, груш, кизила и слив. Для улучшения желирующих свойств яблоки, абрикосы, персики и алычу ошпаривают, затем пропускают через протирающую машину. Продукт обычно консервируют сернистой кислотой и хранят в бочках.

П о в и д л о. Для его получения плодое пюре уваривают, расходуя на 125 частей его 100 частей сахара. Для плотной консистенции (режущейся) берут 150 частей пюре. Уваривают его 45...55 мин в двутельных котлах или вакуум-аппаратах. Сульфитированное пюре сначала десульфитируют (кипятят без сахара).

При производстве пюреобразных продуктов из семечковых плодов количество отходов составляет (% массы сырья): для яблок 10...18, айвы 12...16, груш 11...14. Количество сухих растворимых веществ в вытерках составляет 7...8 %. Их можно использовать как ценные добавки к кормам. Однако более рационально яблочные вытерки применять для производства пектина. Вытерки семечковых плодов и падалицу консервируют сернистым ангидридом. Затем их используют для производства пектина или жидкого пектинового концентрата.

§ 7. Производство соков

Классификация соков. Соки — наиболее ценная составная часть плодов и ягод. Они содержат много витаминов, водораствори-

мых, а следовательно, и легкоусвояемых веществ. Некоторые имеют и лечебное значение. Соки классифицируют на плодовые, ягодные, овощные (например, малиновый, вишневый, абрикосовый с мякотью, морковный).

Для производства соков используют плоды и ягоды почти всех возделываемых культур, а также дикорастущих (кизил, чернику и т. д.). Все больше расширяется производство соков из овощей (томатов, капусты, моркови и др.).

Как правило, соки вырабатывают из одного вида сырья и в таком виде используют. Соки, приготовленные из разного сырья, купажируют (смешивают). Иногда в купажированные соки входят как овощные, так и плодовые (яблочный и морковный). Кроме того, в соки добавляют сахар, насыщают (сатурируют) их диоксидом углерода и т. д. В зависимости от вида сырья и желания получить продукцию того или иного качества соки вырабатывают с мякотью (частицами тканей плода) или без нее, осветленные или без осветления. Некоторые соки (например, из абрикосов) получают только вместе со взвешенной мякотью.

Иногда соки сгущают, выпаривая часть влаги, или консервируют сахаром. Первые называют экстрактами, вторые — сиропами.

Технологический процесс. Общая технологическая схема производства соков следующая: сортирование сырья — мойка — измельчение — извлечение сока — очистка — консервирование.

Измельченную массу продукта, состоящую из мякоти и сока, называют мезгой, а при переработке томатов — пульпой. Измельчают сырье в специальных дробилках, снабженных двумя рифлеными валками из нержавеющей стали, камня или твердого дерева с меняющимися между ними расстояниями. Последнее необходимо для переработки различных видов сырья и получения нужной степени измельчения.

Сок из мезги выделяют прессованием или диффузией. В первом случае применяют гидравлические или механические прессы, во втором используют систему чанов-диффузоров (6...12), обычно деревянных, соединенных системой трубопроводов и насосов для перекачки. Однако при диффузионном способе получают сок, разбавленный водой. Большую часть соков вырабатывают прессованием. В этом случае давление увеличивают постепенно. Сначала часть сока из мезги вытекает самотеком, затем применяют малое давление и лишь в конце прессования — наибольшее.

Интенсивность выделения сока из мезги зависит не только от давления, но и от ее физико-химических свойств. Из виноградной и яблочной мезги сок отделяется легко, из слив и крыжовника — труднее. Поэтому многие плоды и ягоды до измельчения нагревают до температуры 70...75 °С. Существуют и ферментативные

способы обработки мезги, при которых добавление препаратов из чистых культур грибов рода *Aspergillus* (*A. orizae*, *A. niger* и др.), активно воздействующих на пектин и белки, облегчает отделение сока.

При получении сока из томатной пульпы ее нагревают до температуры 60...70 °С. При таком способе частично гидролизуется протопектин и увеличивается выход сока.

Сок, полученный методом прессования, бывает мутным и содержит много взвешенных частиц, поэтому его фильтруют через грубые сетчатые и затем тканевые фильтры. В них образуется фильтрующий слой из пористых материалов (асбестоцеллюлозной массы, диатомита и др.). Конструкции фильтров различные, в том числе и непрерывнодействующие. Фильтрации способствует кратковременный нагрев. Например, яблочный сок в течение 8 с нагревают до температуры 90...92 °С и выдерживают его при такой температуре 12 с. Кратковременный нагрев и последующее охлаждение до температуры 34...35 °С вызывают коагуляцию коллоидных веществ и выпадение их в осадок. Существуют способы осветления (оклейки) 1 %-ми растворами танина и желатина, альбумином, казеином и рыбьим клеем.

Как осветленные, так и неосветленные соки пастеризуют. На пунктах с простейшим оборудованием сок (в сущности, полуфабрикат) сульфитируют и хранят в бочках до отправки на дальнейшую обработку или фасование в мелкую тару (стеклянные банки). Выход сока зависит от качества исходного сырья, подготовки мезги, способа прессования и составляет (%): из винограда 70...80, яблок 55...80, клюквы 70...85, вишни 60...70, слив 70...80, смородины красной 70...80, смородины черной 55...70.

Томатный сок получают из зрелых плодов, содержащих растворимых сухих веществ (по рефрактометру) не менее 5,5 %, витамина С не менее 25 мг%, ликопина не менее 4,2 мг%. Кроме того, рН должен составлять 4,2...4,4, отношение сахара к кислоте не менее 7, прочность плода к раздавливанию 80...100 г на 1 г массы. Технологическим требованиям для производства сока и томат-продуктов отвечают плоды сортов Волгоградский скороспелый 323, Киевский 139, Колхозный 34, Глория, Подарок, Советский 679, Бируинца, Новинка Приднестровья, Факел, Колокольчик. Томатный сок консервируют в натуральном виде или с добавлением соли. Выпускают также концентрированные томат-продукты с содержанием 40 % сухих веществ.

После мойки и инспекции томаты измельчают на дисковой дробилке с терочной поверхностью, одновременно обрабатывая паром. Затем прогревают в шнековом шпарителе до температуры 85...90 °С и последовательно пропускают через две центрифуги. Сито на роторе центрифуги сборное, щелевидное. С одной стороны с диаметром отверстий 0,06...0,1 мм, с другой — 0,2...0,4 мм.

Выход сока на центрифугах составляет 80...85 %, содержание мякоти 12...14 %, размеры частиц мякоти 25...100 мкм. Горячий томатный сок фасуют в стеклянную или жестяную тару и герметически укупоривают. Применяют два метода консервирования томатного сока — высокотемпературную стерилизацию в потоке перед фасованием в бутылки и стерилизацию в герметически укупоренной таре.

Качество соков регламентируют государственными стандартами. В них указывают содержание сухих растворимых веществ (определяемых с помощью рефрактометра), титруемую кислотность, органолептические признаки, присутствие солей тяжелых металлов. В натуральные соки не добавляют сахар, искусственные красители, синтетические ароматические и консервирующие вещества и кислоты, за исключением аскорбиновой и сорбиновой. Соки с добавлением сахара не считают натуральными.

При производстве плодовых соков выжимки, отстой и прочие отходы — 20...40 %. В них содержатся (%): сахара — 10, в том числе инвертный — 7, клетчатка — 4, пектин — 1,2; кислоты (в пересчете на яблочную) — 0,4; зола — 0,5; дубильные вещества — 0,2. Выжимки в сухом и свежем виде используют как ценный корм или как материал для производства уксуса и яблочного порошка. В последнем случае из плодов удаляют семенное гнездо, затем прессуют для выделения сока. Оставшиеся выжимки сушат при температуре 67...70 °С, перемалывают и просеивают. Порошок — диетический продукт, его хранят в герметичной упаковке.

Пектин — наиболее ценный продукт, утилизируемый из семечковых плодов при производстве соков. Внедрение комплексной безотходной технологии переработки семечковых плодов позволяет получить не только высококачественный сок первого отжима, но и дополнительно семена — 1,8 кг/т, экстрагированного сока — 30...50, пектинового концентрата — 80...100 кг/т.

При выработке виноградного и других соков из выжимок изготавливают биохимический уксус. Экстракт пастеризуют 2...3 мин при температуре 85 °С и подвергают последовательно спиртовому, затем уксуснокислому брожению. Из 1 т отходов, содержащих 8 % сахара, получают 612 л 5 %-го уксуса.

§ 8. Замораживание

Подготовленные с учетом специфики сырья овощи и плоды перед замораживанием подвергают еще некоторым воздействиям. Для сохранения натурального цвета и вкуса плодов при длительном хранении и после дефростации, а также уменьшения потери витамина С (аскорбиновой кислоты) их предварительно обрабатывают антиокислителями (аскорбиновой, лимонной и де-

гидрооксималеиновой кислотами). Например, половинки абрикосов 30 мин выдерживают в 4 %-м растворе аскорбиновой кислоты и 0,1 %-м поваренной соли. При замораживании целых плодов абрикосы и персики 1,5 ч соответственно выдерживают в 7 %-м и 0,1 %-м растворах. Некоторые плоды и ягоды замораживают в 20...60 %-м сахарном сиропе.

После стекания избытка раствора антиокислителя продукты укладывают в картонные коробки, выложенные целлофаном, а также в полиэтиленовые или целлофановые пакеты и направляют на замораживание. Температура в морозильной камере — 36 °С. При замерзании плодов лед образуется не в самих клетках, а в межклеточных пространствах. В начальной стадии процесс происходит быстрее, чем в дальнейшем. При температуре — 15 °С в лед превращается около 79 % содержащейся в плодах воды.

В замороженных плодовоовощных продуктах сохраняются все пищевые качества. В них лишь инвертируется сахароза, в некоторых случаях кислотность увеличивается, в других снижается, количество дубильных веществ резко уменьшается. Некоторые плоды, особенно с большим содержанием дубильных веществ (рябина, терн, кизил), после замораживания и оттаивания становятся слаще, менее терпкими.

Для приготовления замороженных овощных смесей используют горошек зеленый, фасоль стручковую, капусту цветную и кочанную, картофель, свеклу, морковь, корни белые (петрушку, пастернак, сельдерей), томаты, репчатый лук, перец сладкий, зелень (укроп, листья петрушки и сельдерея) и др. Быстрым замораживанием готовят гарнирный картофель — однородные по размеру брусочки картофеля с гладкой поверхностью сечением не менее 30 мм. Технологическая схема производства гарнирного картофеля включает следующие операции: мойку, сортирование клубней по размеру, взвешивание, очистку (паровую или щелочную), инспекцию (дочистку), резку, сортирование резаного картофеля, бланширование паром при температуре 90...95 °С (3...5 мин), удаление избытка влаги подсушиванием (обдувание воздухом), замораживание при температуре минус 40 °С (8...12 мин) в скороморозильном аппарате РЗ-АС1—II, фасование, упаковывание и закладку на хранение (рис. 85).

Хранят замороженные продукты при температуре не выше — 18 °С, а в некоторых случаях при — 20 °С и ниже. Относительная влажность воздуха 95...98 %. Оптимальный режим хранения замороженной продукции поддерживают весь период — от выхода из скороморозильного аппарата до реализации. Кратковременное хранение быстрозамороженных плодов, упакованных в мелкую тару, допустимо при температуре не выше — 15 °С.

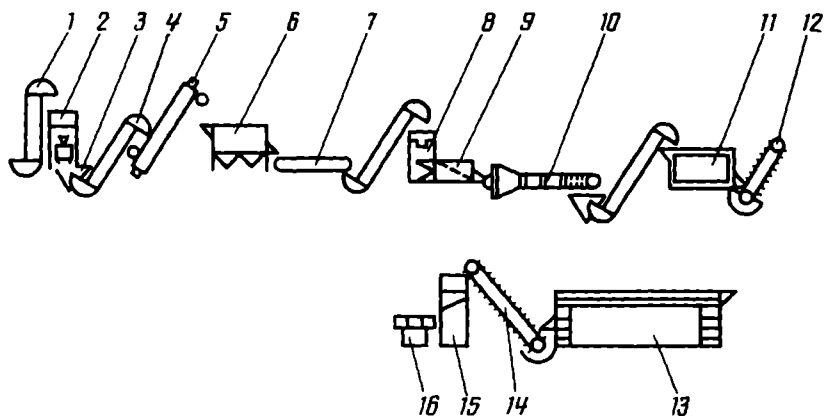


Рис. 85. Технологическая линия производства замороженного гарнирного картофеля:

1, 4, 12, 13, 14 — транспортеры; 2 — автоматические весы с бункером-накопителем; 3 — загрузочная ванна; 5 — паровая очистительная машина; 6 — моечная машина; 7 — инспекционный транспортер; 8 — резательная машина; 9 — сортировочная машина; 10 — бланширователь; 11 — охладитель; 13 — скороморозильный аппарат; 15 — бункер-накопитель; 16 — фасовочный автомат.

§ 9. Сушка

Процесс сушки. Обезвоженные плоды (содержание влаги 16...25 % в зависимости от вида), овощи (14) и картофель (12 %) — достаточно стойкие и малоемкие при хранении продукты, удобные для транспортирования. Многие из них используют в кулинарии и при производстве пищевых концентратов. Они обладают высокой питательной ценностью, однако содержат меньше витамина С.

Так как продукты этой группы содержат большое количество воды, клетчатки и покрытых воском покровов, сушка их — сложный процесс. Удалять 70—80 % влаги трудно и потому, что высушиваемые объекты не имеют пористой структуры, а при сушке на поверхности быстро образуется студенистая пленка. Кроме того, в процессе сушки существенно изменяется химический состав продуктов, и в том числе образуются темноокрашенные соединения в результате окислительных реакций. Различают два основных способа сушки: воздушно-солнечный и искусственный. В сельской местности для сушки плодов и ягод используют главным образом первый. Второй способ — основной при промышленной переработке.

Воздушно-солнечная сушка. Ей подвергают виноград, яблоки, груши, абрикосы, вишни, сливы, персики, дыни и инжир. Сушку

проводят на специально подготовленных площадках, чаще всего непосредственно в садах. Площадки должны быть удалены от дорог и грунта, с которого ветром легко поднимается пыль. Около площадок устраивают навесы, под которыми подготавливают сырье, а также камеры или другие приспособления для сульфитации. Крупные плоды (яблоки, груши, дыни, а иногда и абрикосы) нарезают и расчленивают на части, мелкие (ягоды винограда и др.) сушат целыми.

Для интенсификации процесса и улучшения вида готовой продукции некоторые виды сырья (виноград, сливы, вишни, абрикосы, персики) 10 с обрабатывают 0,5 %-м водным раствором каустической соды с последующей их промывкой водой. Сода растворяет восковой налет с поверхности продукта, что ускоряет испарение влаги в два-три раза. Виноград со светлой окраской, а иногда и другие плоды 1...1,5 ч окуривают сернистым газом, что улучшает их товарный вид. Сушат продукты на специальных деревянных лотках, подносах и т. д.

Продолжительность воздушно-солнечной сушки в зависимости от вида сырья, способа подготовки, интенсивности солнечной радиации и температуры воздуха 8...15 сут. По завершении ее продукты очищают от примесей, а при необходимости (например, запыления) промывают, досушивают, сортируют и упаковывают. Такую обработку проводят на местах или партии продуктов направляют на специальные заводы.

Ассортимент сушеных продуктов значителен в пределах даже одного вида сырья. Например, абрикосы, высушенные целыми плодами с косточкой, называют у р ю к о м, без косточки — к а й с о й, высушенные половинки мякоти абрикосов — к у р а г о й. Из винограда с семенами после сушки получают и з ю м, а из бессемянного — к и ш м и ш.

Черешню перед солнечной сушкой бланшируют при температуре 90...95 °С. Продолжительность процесса для плодов сорта Днепровка, Июньская ранняя, Приусадебная 2...3 мин; Солнечный шар, Мелитопольская ранняя, Крупноплодная 5...8 мин. Для получения высококачественных небуреющих сухих плодов черешню светлых сортов после бланширования 1,5 ч окуривают серой (1...2 г/кг). Продолжительность сушки на решетках в один слой 5...10 сут, без бланширования 15...20 сут.

Вишню (Анадольская, Гриот остгеймский, Подбельская, Тамбовчанка, Ширпотреб черная) сушат практически аналогично. Разница состоит в том, что исключают окуривание, а срок бланширования сокращается до 10...15 с. Потом плоды быстро охлаждают и укладывают на решета для сушки. Продолжительность сушки бланшированных плодов 5...9 сут, небланшированных 10...15 сут.

Целые абрикосы (Вымпел, Советский, Субхоны, Юбилейный)

после мойки 4...5 мин бланшируют в воде при температуре 95 °С. Затем их раскладывают на решета и сушат 8 сут. Крупные плоды режут на половинки, удаляют косточки, 1,5...2 ч окуривают серой (2 г/кг), сушат на решетках 4...5 сут.

Сливы (Анна Шпет, Венгерка итальянская, Венгерка фиолетовая, Ранняя синяя) после подготовки 20...30 с бланшируют в растворе щелочи при температуре 90...95 °С, потом ополаскивают холодной водой. На солнечной площадке плоды сушат 7...10 сут, небланшированные 18...30 сут.

Яблоки, нарезанные перед сушкой, окуривают серой (1,5...2 г/кг) или на 1...2 мин погружают в 1%-й раствор поваренной соли. На солнечной площадке пластинки высыхают за 3...5 сут.

Для сельской местности разработан комплекс суши. В него входят: пункт солнечной сушики производительностью 300 т в сезон (типовой проект 814—04—1с88), навес для досушки (типовой проект 814—4—2.88), цех подготовки и обработки (типовой проект 814—4—3.88). На комплексе предусмотрена обработка и штабельная воздушно-солнечная сушка винограда кишмишных сортов, абрикосов, яблок, персиков и слив.

Искусственная сушка. Основной способ искусственной сушки овощей, плодов и картофеля — тепловой, с использованием в качестве теплоносителя воздуха, нагретого с помощью калориферов. Рабочая часть большинства сушилок состоит из камеры, в которой продукт размещают на стеллажах с сетчатой поверхностью. Режимы сушки приведены в таблице 68.

Нестандартные свежие овощи и плоды успешно перерабатывают на сушеные продукты. На рисунке 86 приведена технологическая схема производства сушеной моркови из нестандартных корнеплодов (начало процесса с шестой позиции).

В промышленности применяют довольно высокопроизводительные сушилки непрерывного действия. В овощесушильной промышленности вырабатывают и такие ценные продукты, как

68. Режимы тепловой сушки плодов

Продукция	Температура, °С		Продолжительность, ч	Готовый продукт, %	
	1-й этап	2-й этап		Выход	Влажность
Черешня	60...65	85...90	18...20	21...28	20
Вишня	55...60	75...80	12...14	21...30	19...20
Абрикосы (половинки)	45...50	65...80	10...12	17...20	19
Персики (целые)	60...65	До 80	20...25	14...15	20
Сливы	55...65	75...85	15...30	19...28	21...23
Яблоки (резаные)	75...85	55...65	8...12	20	16...28
Груши (резаные)	80...85	50...60	16...20	23	15...21

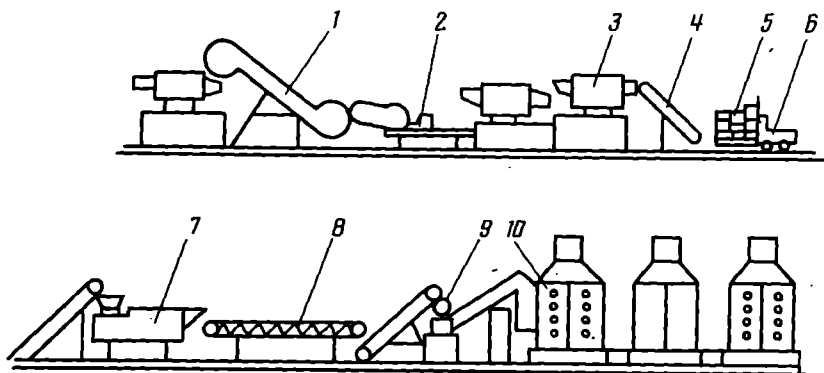


Рис. 86. Схема производства сушеной моркови:

1 — аппарат паровой очистки; 2 — транспортер; 3 — моечная машина; 4 — элеваторный транспортер; 5 — контейнеры; 6 — электропогрузчик; 7 — сульфитатор; 8 — инспекционный транспортер; 9 — овощерезка; 10 — конвейерная сушилка.

порошки из соков, пюре, содержащие 1 % влаги. Для этого применяют распылительные сушилки. При таком способе сушки продукты не претерпевают существенных физико-химических изменений и качество их остается высоким.

Качество сушеной овощной и плодовой продукции нормируют стандартами и техническими условиями. Всю продукцию упаковывают (в тканевые мешки, крафт-мешки, картонные или деревянные ящики и т. д.) и хранят в сухих складах. При увлажнении продукты плесневеют. Их защищают от заражения вредителями запасов.

Сублимационная сушка. Представляет особый интерес. Это сушка возгонкой влаги из замороженного продукта, минуя жидкое состояние. При таком способе сохраняются исходные свойства сырых продуктов: анатомическое строение, химический состав, витаминная ценность и кулинарные достоинства. Сушеные продукты хорошо набухают, быстро и полностью восстанавливаются благодаря пористости и гигроскопичности. Можно получить продукт с выраженным ароматом свежих плодов.

Сушка сублимацией состоит из трех стадий: замораживания в результате образования глубокого вакуума или в специальной морозильной камере, возгонки льда без подвода тепла извне и досушки в вакууме с подогревом продукта. Основная часть процесса проходит при температурах значительно ниже точки замерзания. Сухой продукт часто сохраняет объем исходного высушиваемого материала, обладает крупнопористой структурой, что чрезвычайно облегчает последующее восстановление его внешнего вида или растворение. Сушка идет равномерно, на-

ружная корка образуется редко. При необходимости конечную влажность материала доводят до очень низкого уровня.

Концентрация кислорода в среде, окружающей продукт, чрезвычайно низкая, что благоприятно для многих видов перерабатываемого сырья. Продукты сублимационной сушки в герметической упаковке длительное время можно хранить при обычной температуре.

При производстве сушеных овощей, плодов и ягод отходы используют для получения плодоовощных порошков или как кормовое средство в животноводстве. Своеобразный метод частичного обезвоживания, стерилизации и тепловых воздействий — приготовление питательного и вкусного продукта — хрустящего картофеля. Это тонкие (1...2 мм) обезвоженные ломтики, обжаренные в масле при температуре 150...160 °С в течение 2...3 мин и слегка подсоленные. Картофель, применяемый для такой обработки, должен содержать мало редуцирующих сахаров (не более 0,4 % массы сырого продукта) и возможно больше сухих веществ. При повышенном содержании редуцирующих сахаров жареный картофель приобретает темный цвет и имеет непривлекательный вид в результате меланоидиновой реакции.

§ 10. Технология производства крахмала

Производство крахмала — один из старейших видов переработки картофеля. Это объясняется выгодностью производства и большой потребностью в крахмале.

Современное картофелекрахмальное предприятие — сложный производственный комплекс. В него входят службы заготовки, хранения, отделения подготовки и переработки сырья, сушки, упаковывания и хранения крахмала, утилизации отходов, участки водо- и пароснабжения, оборотного водоиспользования, водоочистные устройства и др. Задача производства — переработка картофеля в крахмал с максимальным извлечением и полной утилизацией всех составных частей с использованием их на кормовые и пищевые цели. Для производства крахмала применяют клубни технического назначения, содержащие повышенное количество крахмала. На лучших предприятиях извлекают до 95 % крахмала. На 1 т сухого крахмала картофеля расходуют 5...5,5 т, потери сухих веществ составляют 1 % массы клубней. На сельскохозяйственных предприятиях используют картофелеперерабатывающий агрегат АПЧ-25С. Он предназначен для переработки клубней в крахмал на заводах малой мощности.

Технологическая схема производства картофельного крахмала представлена на рисунке 87. Картофель из хранилища

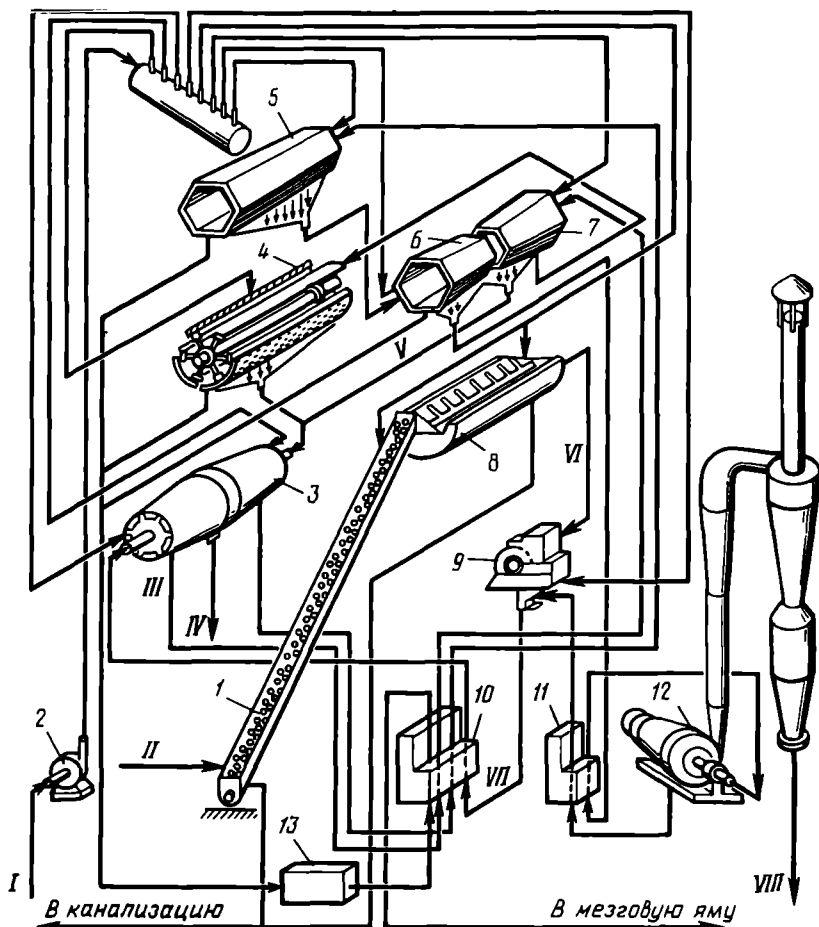


Рис. 87. Схема картофелеперерабатывающего агрегата АПЧ-25 С:

1 — винтовой транспортер; 2 — центробежный насос; 3 — двойная отстойная центрифуга; 4 — щеточное сито; 5 — ротационное сито первого рафинирования; 6, 7 — двойное ротационное сито (вторая и первая половины); 8 — мойка; 9 — картофелестерка; 10 — четырехлунжерный насос; 11 — двухлунжерный насос; 12 — центробежная сушилка ЦС-4М; 13 — сборник мезги; I — вода; II, VI — картофель; III, VII — кашка; IV — соковые и промывные воды; V — молочко; VIII — крахмал.

по гидротранспортеру (или из бурта вручную) подается на наклонный винтовой транспортер 1. При обильном орошении водой, подаваемой центробежным насосом 2, клубни транспортируются в мойку 8 большого типа. В мойке с их поверхности удаляется грязь, а также отделяются камни, солома и другие примеси. Затем картофель поступает в картофелестерку 9, где

в зазоре между деревянным прижимом и вращающимся барабаном с пилками истирается в кашку. В поддоне под теркой кашка разбавляется водой, отводимой от центробежной сушилки 12. При помощи четырехплунжерного насоса 10 она подается в первую половину сдвоенной отстойной центрифуги 3 для выделения сока. Сгущенная на центрифуге кашка суспендируется в воде до концентрации 5 % сухих веществ и насосом 10 перекачивается в первую половину сдвоенного ротационного сита 7. На рамках с пробивным ситом происходит первое отмывание крахмала с получением крахмального молочка.

Далее кашка поступает на щеточное сито 4. Там крахмал окончательно отмывается протирающим щетками по сетке с ячейками диаметром 0,355 мм и обильной подаче воды из оросителя. Крупная мезга из щеточного сита поступает в сборник 13, откуда насосом 10 перекачивается в мезговую яму, а крахмальное молоко от ротационного и щеточного сит самотеком поступает во вторую половину сдвоенной центрифуги для отделения соковой воды. Отходящая от центрифуги смесь сгущенного крахмала и мелкой мезги суспендируется в воде с получением крахмального молока с концентрацией сухих веществ 3...4 %. Насосом 10 смесь перекачивается на ротационное сито 5 первого рафинирования. На нем установлены рамки с ситом № 61.

Далее крахмальное молоко самотеком поступает во вторую половину сдвоенного ротационного сита 6, где расположены рамки с ситом № 67. Там происходит второе рафинирование. Мелкая мезга, отделенная на ситах, направляется в сборник, очищенный крахмал в виде молочка самотеком поступает в сборник, расположенный возле агрегата. Двухплунжерным насосом 11 молочко из сборника подается в чан, а из него самотеком поступает в центробежную сушилку 12. Центробежная сушилка входит в комплект с агрегатом АПЧ-25С. На предприятиях крахмало-паточного производства ее применяют самостоятельно.

В отстойно-фильтрующей центрифуге крахмал обезвоживается до влажности 38...40 %. Промывную воду от нее насосом подают на разбавление кашки после терки. Окончательно крахмал сушат в центробежно-сушильном барабане и вертикальной трубе (горячим воздухом). Воздух (100...120 °С), засасываемый из калорифера, перемешивается с крахмалом и направляется в сушильную трубу. По пути крахмал высушивается до влажности 20 %. В циклоне смесь разделяется на сухой крахмал и отработанный воздух, который удаляется в атмосферу. Осажденный крахмал поступает в приемный бункер. При переработке крахмала на агрегате АПЧ-25С качество готового продукта соответствует требованиям стандарта (табл. 69).

Крахмал упаковывают в двойные мешки (внутренний — новый, тканевый), многослойные бумажные или пленочный

69. Показатели качества картофельного крахмала

Показатели*	Сорт			
	экстра	высший	1-й	2-й**
Цвет	Белый с кристаллическим блеском		Белый	Белый с сероватым оттенком
Запах (для пищевых целей)	Свойственный крахмалу, без постороннего			
Массовая доля, % (не более):				
общей золы в пересчете на сухое вещество	0,3	0,35	0,5	1
в том числе золы (песка), нерастворимой в 10 %-й соляной кислоте	0,03	0,05	0,1	0,3
Титруемая кислотность, мл (не более)	6	10	14	20
Количество крапин при рассмотрении невооруженным глазом, $\text{дм}^2/\text{шт.}$ (не более)	60	280	700	Не нормируется
Примеси других видов продуктов и металлические	Не допускаются			

* Массовая доля влаги и сернистого ангидрида во всех случаях соответственно составляет не более 17...20 и 0,005 %.

** Для технических целей.

мешок-вкладыш. После заполнения бумажных мешков два внутренних слоя закрывают, два внешних зашивают машинным или ручным способом, заклеивают крахмальным клейстером либо завязывают шпагатом. Пленочные мешки-вкладыши закрывают сваркой, заклеивают полиэтиленовой лентой или зашивают машинным либо ручным способом, тканевые — зашивают хлопчатобумажными, льняными, капроновыми нитками или завязывают шпагатом. Масса нетто крахмала в мешке не более 50 кг.

Упаковывают крахмал и в мягкие контейнеры МКР-1,0С одноразового или МКО-1,0С многоразового использования с полиэтиленовым вкладышем. Масса нетто продукта в контейнере не более 1 т. Фасуют в пакеты из бумаги, полиэтилен-целлофановой или полиэтиленовой пленки вместимостью 250...1000 г.

Крахмал хранят в упакованном виде в хорошо проветриваемых складах без постороннего запаха с относительной влажностью воздуха 75 %, не зараженных вредителями хлебных запасов. Тару укладывают на деревянные стеллажи. При хранении крахмала более 10 сут стеллажи покрывают брезентом или другими средствами, закрывая по бокам первый ряд мешков или ящиков.

Выход крахмала при получении его из картофеля зависит от крахмалистости клубней. По стандарту массовая доля крахмала в картофеле, предназначенном для переработки, в зависимости от зоны возделывания составляет 13...15 %. Например, для Тульской области — 15 %, для Алтайского края — 14 %. Кроме того, стандартом установлены требования к внешнему виду продукции, форме, размеру, содержанию клубней с повреждениями механическими и сельскохозяйственными вредителями, пораженных болезнями. Остаточное количество пестицидов не должно превышать максимально допустимых уровней, содержание нитратов — утвержденных норм.

В лаборатории картофелекрахмального предприятия проводят входной контроль продукции. По средней пробе определяют регламентируемые стандартом показатели качества, устанавливают массовую долю крахмала, применяя весы Парова (любой марки), фотоэлектроколориметр или сахариметр-поляриметр. Сотрудники лаборатории следят за технологическим процессом производства крахмала и определяют качество готовой продукции (выходной контроль).

Контрольные вопросы и задания. 1. Охарактеризуйте способы переработки овощей, плодов, ягод и картофеля, применяемые в сельском хозяйстве. 2. Какие факторы обуславливают качество переработанной плодоовощной продукции? 3. Расскажите об основных этапах приготовления соленой и квашеной продукции. 4. Перечислите основные моменты при производстве маринованной продукции. 5. Какие способы консервирования сахаром распространены в сельском хозяйстве? 6. В чем заключается комплексная безотходная технология переработки плодов, ягод, овощей при изготовлении соков? 7. Раскройте преимущества производства и хранения свежемороженых овощей, плодов, ягод и картофеля. 8. Какие существуют режимы тепловой сушки? 9. Как получают крахмал?

Раздел VI

ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Глава 18

ХРАНЕНИЕ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

§ 1. Химический состав корнеплодов

Корнеплоды сахарной свеклы — основное сырье для производства сахара (сахарозы) в зоне умеренного климата земного шара. До XIX в. единственным сырьем для получения его был сахарный тростник, из которого вырабатывают сахара больше, чем из свеклы. Наша страна занимает первое место в мире по производству свекловичного сахара.

Корнеплоды сахарной свеклы, как и все другие сочные продукты растительного сырья, — труднохранимые объекты. В период хранения содержание сахара в корнях значительно снижается, в связи с этим при переработке на заводах уменьшается и выход сахара. Из схемы (рис. 88) видно, что главная составная часть сухих веществ корнеплодов — сахароза ($C_{12}H_{22}O_{11}$). Ее содержание в свежееубранной сахарной свекле составляет 16...20 %. В различных частях корнеплода находится неодинаковое количество сахара. В вертикальном направлении максимальное содержание сахара отмечено в средней части, и особенно на границе собственно корня и шейки. Меньше сахара в головке и хвостике свеклы. В горизонтальном направлении (поперечный разрез) наименьшее количество сахара в центре корня и частях, прилегающих к покровным тканям.

Водные растворы сахарозы вращают плоскость поляризации вправо. Эту особенность используют для количественного определения содержания сахарозы в растворах при помощи сахариметра.

Под действием ферментов и органических кислот сахароза в водных растворах подвергается гидролизу и расщепляется на глюкозу и фруктозу. Данный процесс называют инверсией, а получаемый продукт — инвертным сахаром.

В свежих, здоровых корнеплодах моносахара составляют всего 0,04...0,1 % массы. При производстве сахара повышенное содержание этих веществ в свекле нежелательно, так как затрудняет кристаллизацию сахарозы и обуславливает ее потери в патоке.

На изменение содержания инвертного сахара существенно

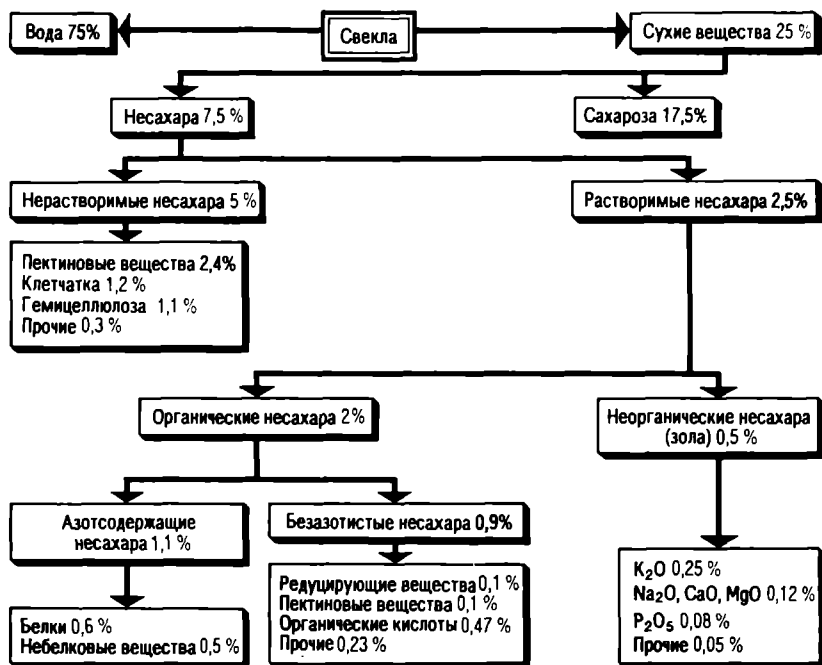


Рис. 88. Химический состав корнеплода сахарной свеклы.

вливают условия хранения корнеплодов. Высокая температура, поражение микроорганизмами, замораживание и последующее оттаивание, резкая смена температуры в кагатах способствуют накоплению инвертного сахара.

Половину всех нерастворимых веществ (мякоти) или 2,4...2,5 % массы корня составляют пектиновые вещества. По сравнению с целлюлозой (клетчаткой) и гемицеллюлозой это менее стойкие компоненты мякоти. Они находятся в соединении с целлюлозой и образуют протопектин.

В свеклосахарном производстве пектиновые вещества подвергаются гидролизу с образованием галактуроновой кислоты, метилового спирта и других соединений. Пектины очень чувствительны к действию щелочей. Галактуроновая кислота образует с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ студенистый осадок, затрудняющий фильтрование свекловичного сока. Пектин набухает в воде и увеличивает вязкость растворов, затрудняя диффузию сока.

Особенно нежелательные явления наблюдаются при переработке свеклы, пораженной грибными болезнями. В данном случае ферменты, выделяемые микроорганизмами, гидролизуют протопектин, увеличивая количество растворимого пектина. При пере-

работке подгнившей свеклы в процессе диффузии извлекают значительное количество пектиновых веществ, переходящих в сок, что резко снижает его качество. Кроме того, присутствие пектинов приводит к закупориванию пор фильтров.

Содержание азотистых органических веществ в соке и мякоти сахарной свеклы достигает 1,1...1,2 %. Среди них основное место занимают белки (около 0,7 %). Во время производства сахара при нагревании сока белки коагулируют и в основном удаляются. В состав небелковых азотистых веществ входят амиды и аммиачные соединения, аминокислоты, бетаин и др.

В свеклосахарном производстве некоторые азотистые вещества (аминокислоты и органические основания, главным образом бетаин) считаются вредными. Сок от них освободить нельзя, поэтому они проходят вместе с сахаром до последних фаз технологического процесса, попадают в патоку и увеличивают потери продукта. Общее количество вредных (неудаляемых) азотистых соединений составляет 0,4 %.

Количество вредного азота в соке зависит от условий вегетации и хранения сахарной свеклы. В поврежденных и пораженных микроорганизмами корнеплодах наличие его резко повышается. Высокие дозы азотных удобрений, вносимых под свеклу, при недостатке фосфора и калия приводят к повышению содержания азота.

Значительные изменения в составе азотистых веществ наблюдаются в замороженных и затем оттаявших корнях. В этом случае количество белкового азота уменьшается на 40...50 % от первоначального и соответственно увеличивается наличие вредного азота. Более интенсивно азот накапливается в весенний период хранения.

§ 2. Технологические требования к корнеплодам

Сахарную свеклу убирают свеклоуборочными комплексами, стараясь избежать механических повреждений корнеплодов. Лучшие результаты получают при применении комплекса БМ-6А + РКС-6 (ботвоуборочная машина + ротационная корнеуборочная сахарная машина). Травмированность корнеплодов снижается в два-три раза по сравнению с другими комплексами, что способствует повышению сохранности сырья.

По физическому состоянию корни должны иметь нормальный тургор (не потерявшие тургора). Дефектных корней по массе допускают (% , не более): цветущих для Прибалтики и Белоруссии 3, для остальных зон свеклосеяния 1; сильно механически поврежденных 12, подвяленных 5. Содержание зеленой массы не выше 3 %. В партиях свеклы не допускаются корни вялые или подсохшие без восстановления тургора (мумифицирован-

ные), загнившие, подмороженные со стекловидными отслаивающимися, почерневшими тканями. Свеклу, содержащую примесь корней цветущих, подвяленных, с сильными механическими повреждениями в количестве, превышающем нормы, указанные в стандарте, а также свеклу подмороженную, но непочерневшую принимают как некондиционную (в Башкортостане и Алтайском крае как кондиционную).

Признаки определения подвяленных, механически поврежденных и загнивших корней указаны в стандарте. Обязательно устанавливают общую загрязненность и засоренность партии, куда относят землю, ботву, черешки листьев, ростки, сорняки, боковые корешки и хвостики диаметром менее 1 см, прочие органические и минеральные примеси. Для определения общей загрязненности и засоренности свеклы отбирают пробы от каждой десятой (или пятой) партии.

Наряду с приведенными техническими показателями качество корней оценивают по таким важным признакам, как содержание сахара (так называемая *дигестия*) и масса сухих веществ. Общее количество сухих веществ (*СВ*) в соке определяют с помощью рефрактометра или ареометра, а сахарозы *Сх* — поляриметрическим методом и по разности находят количество несахаров *Нс*:

$$СВ = Сх + Нс, \text{ или } Нс = СВ - Сх.$$

Качество клеточного сока свеклы и всех промежуточных продуктов свеклосахарного производства характеризуют показателем его доброкачественности *Дб* (%). Под доброкачественностью понимают содержание в соке сахарозы, отнесенное к массе сухих веществ:

$$Дб = (Сх \cdot 100) / СВ.$$

Например, доброкачественность сока 86 означает, что в 100 частях сухого вещества такого сока содержится 86 частей сахарозы и 14 частей несахаров. У раствора чистой сахарозы, в котором ее содержание равнозначно наличию сухих веществ ($Сх = СВ$), доброкачественность 100. Чем больше несахаров в соке, тем ниже его доброкачественность. Показатель доброкачественности сока в зависимости от условий произрастания и хранения сахарной свеклы обычно составляет 80...90.

Самый важный показатель качества сахарной свеклы — *базисная сахаристость*. Ее определяют как среднее арифметическое при приеме за предшествующие пять лет. Качество свеклы характеризуется также содержанием в ней золы (неорганических несахаров). Чем больше в свекле сахара, тем меньше в ней минеральных веществ. Зола — одна из главных причин потери сахара в патоке. На одну часть золы теряется

пять частей сахара. Для определения содержания сахара на заводах установлены автоматические линии производительностью 48 проб в час. Это позволяет в документах на прием свеклы сразу указывать сахаристость партии.

§ 3. Процессы, происходящие в корнеплодах при хранении

Процессы, происходящие в сахарной свекле, в целом сходны с наблюдаемыми в других корнеплодах. После удаления листьев при уборке пластические вещества в корнеплодах не пополняются. В то же время процессы распада сахара не останавливаются и под влиянием новых условий резко усиливаются. Вместо непрерывного поступления воды в корнеплод наблюдается ее испарение, приводящее к подвяливанию (потере тургора). Это, в свою очередь, приводит к усилению дыхания, к увеличению потерь сахара.

Длительное увядание способствует возникновению необратимых процессов в клетках и их отмиранию. Величина потери влаги зависит от температуры и относительной влажности атмосферного воздуха, качества укрытия, степени зрелости и размера корнеплодов. Степень подвяливания корнеплодов существенно влияет на величину потерь сахара и устойчивость сахарной свеклы к болезням (табл. 70).

Исключительно важная роль как по биологическому значению, так и по величине вызываемых потерь сахара принадлежит дыханию. На интенсивность дыхания корнеплодов влияют главным образом температура, состав газовой среды в кагате, степень увядания или подмораживания корней, механические повреждения и др.

При повышении температуры хранящейся свеклы на 10 °С потери сахара на дыхание увеличиваются в два с половиной — три раза. Интенсивность дыхания механически поврежденных корнеплодов повышается в два-три раза по сравнению со здоровыми.

На выкопанных корнеплодах много микроорганизмов (грибов, бактерий), которые при благоприятных условиях вызывают различные заболевания свеклы, что также приводит к значительным потерям сахара. Грибные и бактериальные болезни чаще проявляются на механически поврежденных, увядших или оттаявших после заморозания корнеплодах. Здоровые, свежие корнеплоды хорошо хранятся и почти не поражаются микроорганизмами (табл. 71).

Грибные болезни чаще наблюдаются осенью. Этому благоприятствует высокая влажность воздуха при достаточно высокой температуре. Бактериальная микрофлора наиболее активно

70. Влияние степени увядания сахарной свеклы на изменение ее качества после 60 сут хранения

Степень увядания. %	Потери сахара. %	Количество корней, пораженных гнилью. %
Свежая	1,25	—
7	3,43	37,2
13	6,14	55,1
17	7,13	65,8

71. Влияние микроорганизмов на содержание сахара в корнеплодах, % к массе свеклы

Наименование	В корнеплодах		Наименование	В корнеплодах	
	здоровых	в гнилой части		здоровых	в гнилой части
Сахароза	16,35	2,00	Водорастворимые	0,12	0,35
Инвертный сахар	0,10	2,45	пектиновые вещества		
Вредный азот	0,04	0,40	Зола (углекислая)	0,53	1,89

развивается весной, когда сопротивляемость свеклы после длительного периода хранения ослабевает. Один из наиболее активных и распространенных возбудителей кагатной гнили при хранении свеклы — гриб *Botrytis cinerea Pers.* Опасный возбудитель данного заболевания — гриб *Phoma betae Frank.*

Для предупреждения развития микробиологических процессов, а следовательно, снижения потерь сахара при хранении корнеплоды предохраняют от механических повреждений (ранин и боя) и увядания, снижают температуру хранения до оптимальной (1...3 °С), своевременно удаляют тепло, накапливающееся в процессе дыхания, проветриванием или активным вентилированием массы корнеплодов, удаляют капельно-жидкую влагу с поверхности корнеплодов, создают щелочную реакцию среды обработкой корней известью, тщательно сортируют свеклу для удаления пораженных или поврежденных корнеплодов из массы здоровых, удаляют примеси (ботву, сорняки и др.).

§ 4. Хранение сахарной свеклы в свежем виде

Корнеплоды, предназначенные для выработки сахара, хранят на приемных пунктах сахарных заводов. Их укладывают в бурты — кагаты.

Обычно выкопанную свеклу в тот же день отправляют на заводы для закладки на хранение или на переработку. Иногда

вследствие неблагоприятной погоды, недостаточного количества автотранспорта и других причин то или иное количество свеклы на некоторое время остается на хранение в поле. В связи с этим организуют кратковременное хранение сахарной свеклы в полевых кагатах около дорог.

Площадки, на которых устраивают полевые кагаты, должны быть ровными, с небольшим уклоном для стока воды. Примерные размеры следующие (м): ширина основания 6, высота 1,5...1,75, ширина верхней площадки 2,5...3, длина не менее 10, то есть в поперечном сечении в виде трапеции. Предварительно площадки очищают от растительных остатков, утрамбовывают и обрабатывают известью-пушонкой из расчета 200 г/м². В полевые кагаты укладывают только кондиционную свеклу.

По мере формирования боковые стороны кагатов укрывают влажной землей сначала слоем 15...20 см, затем при понижении температуры воздуха его толщину увеличивают до 40...50 см. Сверху кагаты укрывают соломенными или камышитовыми матами. При недостатке материалов для укрытия свеклу укладывают в треугольные кагаты (ширина у основания 3...4 м, высота 1,5...1,75 и ширина верхней площадки 0,25 м). Кагаты такого типа сплошь укрывают более тонким слоем земли.

На свеклоприемных пунктах и на территории сахарных заводов корнеплоды укладывают в более крупные кагаты, размещенные на специально отведенной площадке — кагатном поле. Размеры поля зависят от количества свеклы и высоты кагатов. В среднем укладывают корнеплодов 5...6 тыс. т на 1 га. При помощи кагатоукладчиков и формировании кагатов высотой 5...7 м свеклу укладывают из расчета 15...21 тыс. т на 1 га.

Из средств механизации наиболее перспективен кагатоукладчик 68ЭЗБЗ-К. Он приспособлен к разгрузке крупногабаритных автомобилей и автопоездов до 30 т (без сцепки), а также для очистки свеклы от примесей. Производительность кагатоукладчика 300 т/ч при формировании кагатов высотой до 9 м.

Кагатное поле подготавливают заблаговременно. Отведенный участок выравнивают грейдером, тщательно удаляют все пожнивные растительные остатки, камни и посторонние предметы. После этого участок укатывают тяжелыми катками и дезинфицируют известью (2 т/га). За 2...3 сут до укладки свеклы поле разбивают под кагаты.

Свежую и здоровую свеклу укладывают в кагаты длительного хранения, корнеплоды среднего качества — для средних сроков хранения, свеклу с механическими повреждениями, подмороженную и с содержанием подвяленных корней выше норм, предусмотренных стандартом, — в кагаты краткосрочного хранения или на переработку. Сахарную свеклу, предназначенную для длительного хранения, укладывают обычно после

1 октября. До этого срока температура воздуха в основных свеклосеющих районах относительно высокая, что вызывает интенсивное дыхание хранящихся корнеплодов.

Ширина у основания кагатов длительного хранения 22...25 м, высота 4...6 и ширина верхней площадки 6...8, длина различная — 50...100 м и более. Размеры кагатов изменяют в зависимости от состояния свеклы, средств механизации и установок для активного вентилирования. Свеклу для краткосрочного хранения укладывают в кагаты меньшего размера (ширина у основания 10...12 м и высота до 2 м).

Поверхность кагата обильно опрыскивают известковым молоком. Для предупреждения нагревания корнеплодов солнечными лучами кагаты по мере формирования укрывают соломенными или камышитовыми матами. Чтобы корнеплоды охладилась, на ночь маты с верхней части кагатов снимают. В пасмурную погоду кагаты не закрывают и днем. Расход матов на каждые 100 т уложенной свеклы составляет 80 м². Кагаты укрывают также щитами и плитами из опилок и торфа, кострольняными рогожами. Подобные покрытия служат несколько лет. Для укрытия ими кагатов и снятия применяют автомобильные краны.

Перспективно использование более легких материалов, например покрытия из поролона, пенопласта и др. Рулонные панели состоят из полиэтиленовой пленки-чулка и термоизоляционного вкладыша (контрольная рогожка, волнистый картон, стеклохолст). Срок службы таких укрытий — четыре года (у камышитовых матов — полтора) при более высокой экономической эффективности.

Необходимое условие успешного хранения сахарной свеклы — систематический контроль за температурой в кагатах, что позволяет своевременно ликвидировать очаги гниения и самонагревания. Оптимальная температура хранения 1...3 °С. С повышением температуры усиливается дыхание корнеплодов, интенсифицируются микробиологические процессы, а следовательно, возрастают потери сахара.

Температуру в кагатах контролируют ртутными термометрами в деревянной оправе (как и буртовые) и электрическими термометрами сопротивления. На 300 т свеклы устанавливают один термометр, но не менее трех на кагат.

Если температура в кагате не превышает средней наружной температуры воздуха на 1...3 °С, то это свидетельствует о нормальных условиях хранения. Повышение температуры в кагате, не связанное с повышением температуры атмосферного воздуха, а тем более происходящее при снижении ее, указывает на неблагоприятное хранение. Температура в кагатах не должна опускаться ниже 0 °С. Если она снизилась до —1 °С, кагаты дополнительно укрывают.

При появлении отдельных очагов самосогревания загнившие корнеплоды немедленно выбирают и образовавшуюся яму заполняют здоровыми, обработанными известью-пушонкой.

Среднесуточные потери сахара при хранении свеклы в свежем виде не должны превышать установленных норм. В зависимости от районов возделывания они колеблются в пределах 0,01...0,025 %. Для учета изменения массы свеклы и потерь сахара при хранении в каждый кагат укладывают пять—восемь сеток, заполненных свеклой. При закладке их взвешивают и определяют содержание сахара в корнях. В конце хранения сетки со свеклой снова взвешивают и анализируют. По разности массы пробы свеклы в начале и конце хранения определяют общую потерю, а по разности содержания сахара — его потери за период хранения.

Потери сахара при хранении свеклы в высоких кагатах меньше, чем в низких. В высоких кагатах более эффективно используют площадь и материалы для укрытия, зимой и весной температурный режим более благоприятен, чем в обычных.

Наиболее эффективный способ снижения температуры в кагатах — активное вентилирование. Его применяют, если температура атмосферного воздуха ниже температуры в кагатах не менее чем на 3 °С. При меньшей разности способ неэффективен. Для активного вентилирования на кагатном поле укладывают воздухопроводы, углубляя их в землю или размещая по поверхности. При поперечной схеме вентилирования воздухопроводы располагают один от другого на расстоянии 1,4...1,6 высоты кагата.

В зависимости от районов произрастания и хранения свеклы рекомендуют следующую подачу воздуха [$\text{м}^3/(\text{ч}\cdot\text{т})$]: в центральных 40, в южных 50, в восточных районах 30. Активное вентилирование проводят главным образом в теплый осенний период, преимущественно ночью. При температуре наружного воздуха ниже 0 °С вентилирование прекращают, так как оно может вызвать частичное подмораживание свеклы. Разработаны установки для автоматизации управления работой вентиляторов.

Для предупреждения увядания корнеплодов при активном вентилировании рекомендуется увлажнять воздух, подаваемый вентиляторами. В результате температура в кагатах снижается более интенсивно, поддерживается оптимальная (90...94 %) влажность воздуха. Расход воды на один осевой вентилятор 40...50 кг/ч.

Против прорастания корнеплоды при закладке на хранение обрабатывают натриевой солью гидразида малеиновой кислоты (ГМК Na). Препарат применяют чаще в жидком виде (1 %-й раствор) при расходе раствора 3...4 л/т.

Чтобы приостановить развитие микробиологических процессов

при хранении и затормозить прорастание корнеплодов с механическими повреждениями, их опрыскивают 0,3 %-м раствором фенольных соединений — пирокатехина и гидрохинона из расчета 3...4 л/т.

§ 5. Хранение сахарной свеклы в замороженном состоянии

В районах с более суровым климатом (Алтайский край, Башкортостан, Татарстан) сахарную свеклу хранят в замороженном состоянии с использованием естественного зимнего холода. Хорошо промороженные корнеплоды хранят без потерь сахара.

Нормальное хранение замороженной свеклы протекает при полном замораживании всех клеток, останавливающим биохимические процессы. Промораживания в тонком слое корнеплодов достигают при температуре $-15...-18^{\circ}\text{C}$ в течение 15...20 ч.

Массу корней сахарной свеклы замораживают и активным вентилированием. В кагаты 3...4 сут вентиляторами подают атмосферный морозный воздух.

Оттаивание свеклы ($-3...-3,5^{\circ}\text{C}$) усиливает инвертирование сахарозы и потерю корнями тургора. Поэтому нельзя допускать повышения температуры в замороженной свекле выше $-7...-8^{\circ}\text{C}$. В течение основного периода хранения замороженной свеклы температура должна быть не выше $-14...-16^{\circ}\text{C}$. Для длительного хранения кагаты тщательно укрывают соломенными матами, слоем утрамбованного снега, опилками и другими термоизоляционными материалами.

§ 6. Хранение маточников

Оптимальная температура хранения маточной свеклы 3...4 °С. При более высокой температуре наблюдается усиленное прорастание корней, уменьшается урожайность семян и значительно увеличивается количество «упрямцев» (растений, не дающих семян).

Наиболее распространенный способ хранения маточной свеклы — траншейный. Корнеплоды укладывают в специально вырытые траншеи шириной 0,8...1 м, глубиной 0,6...0,9 и длиной 20 м и более. Через каждые 5 м устраивают земляные переемычки толщиной 20...30 см, что ограничивает распространение загнивания. При укладке свеклы в траншею на каждый ряд корнеплодов насыпают рыхлую землю слоем 2...3 см влажностью не более 15...20 %. Траншеи загружают не доверху: верхний слой корнеплодов должен находиться ниже уровня поверхности почвы на 15...20 см. Затем траншеи закрывают мелкокомковатой влажной землей слоем 30 см. При понижении температуры

атмосферного воздуха и снижении температуры в траншее до 2 °С их дополнительно укрывают землей, толщина слоя которой зависит от района произрастания и климатических условий (см): для центральных районов России 120...140, восточных 150...160, для Украины 100...120, Краснодарского края 70...80. В свеклосеющих районах Центрально-Черноземной зоны и Украины маточники, особенно более поздних сроков уборки, укладывают в траншеи без земляных прослоек.

Хранение насыпью без земляных прослоек позволяет применить средства механизации как при укладке, так и при выемке корнеплодов из траншей, что сокращает в два раза затраты труда по сравнению с хранением маточной свеклы в траншеях с переслойкой землей. В районах с высоким стоянием грунтовых вод маточники хранят в полуназемных и наземных буртах небольших размеров, подобных буртам для картофеля и капусты (м): ширина 1,2; высота от поверхности почвы 0,7...1; длина 20 м. При полуназемном способе хранения выкапывают котлован глубиной 0,3 м.

Маточники сахарной свеклы хранят и в стационарных хранилищах в контейнерах и насыпью. Применение системы активного вентилирования позволяет поддерживать оптимальную температуру и относительную влажность воздуха.

§ 7. Хранение кормовой сахарной свеклы

В хозяйствах сахарную свеклу на корм скоту хранят вблизи животноводческих ферм. В этих условиях почти невозможно применить сложные технические средства, используемые на сахарных заводах при организации промышленного хранения огромного количества свеклы.

Некоторые требования, предъявляемые к свекле как к сырью для производства сахара, не распространяются на сахарную свеклу при использовании ее на кормовые цели. Так, гидролиз белкового и накопление растворимого азота, отрицательно влияющие на производство сахара, повышают ее кормовое достоинство. Процессы превращения сахарозы в глюкозу и фруктозу, а также частичный переход клетчатки, гемицеллюлозы и пектиновых веществ в растворимое состояние положительно сказываются на усвояемости свеклы животными.

Оптимальные условия хранения корней сахарной свеклы на кормовые цели близки к условиям хранения картофеля и корнеплодов. На Украине и в Центрально-Черноземной зоне РСФСР лучший способ хранения свеклы на корм скоту — траншейный, при котором сокращаются затраты труда и средств, а также уменьшаются отходы. В районах, где уровень грунтовых вод подходит близко к поверхности почвы, свеклу хранят в полу-

наземных или наземных буртах. В свеклосеющих районах, где наблюдается устойчивая морозная погода, свеклу длительное время хранят в замороженном состоянии.

Траншеи в зависимости от уровня грунтовых вод роют глубиной 0,7...1,1 м, шириной 1...1,2 м и произвольной длины. Через каждые 10 м траншеи устраивают земляные перегородки толщиной 0,25 м. Поверхность уложенных в траншею корнеплодов должна быть ниже уровня поверхности почвы на 5...7 см. После закладки корнеплоды немедленно укрывают мелкокомковатой землей слоем 30...40 см. При наступлении устойчивого похолодания траншеи укрывают более толстым слоем земли: в районах средней зоны РСФСР его увеличивают до 120...130 см, на Украине и в центральных черноземных областях РСФСР до 70...80 см.

В полуназемных буртах свеклу на корм хранят следующим образом. На ровных и несколько возвышенных участках подготавливают котлованы глубиной 0,4...0,6 м, шириной 2...2,5 м и длиной 15...20 м. Для охлаждения свеклы и естественной вентиляции вдоль дна котлована делают канавку шириной и глубиной 0,3...0,4 м с выходом на 1,5...2 м за торцовые стороны бурта. Канавку закрывают деревянной решеткой, на которой через каждые 3...5 м устанавливают вертикальные вытяжные трубы из деревянных планок размером в поперечнике 20×20 см. Трубы должны выступать над укрытием на 15...20 см. Свеклу укладывают в бурт высотой 1,7...1,8 м от дна котлована, придавая ему крышеобразную форму. После формирования поверхность бурта опрыскивают известковым молоком, затем укрывают землей, соломой и сверху опять землей.

Подготовку участка и закладку корнеплодов в наземные бурты проводят так же, как и при полуназемном буртовании, только без рытья котлована. Вместо вентиляционной канавки вдоль площади бурта можно устанавливать деревянную треугольную решетчатую трубу размером 30×30×30 см.

Применение активного вентилирования буртов — более эффективный прием и при хранении свеклы, используемой на кормовые цели. В течение всего периода хранения систематически наблюдают за температурой внутри буртов и траншей.

Контрольные вопросы и задания. 1. Назовите химический состав сахарной свеклы. 2. Какие требования предъявляют к корнеплодам как к сырью для свеклосахарной промышленности? 3. Что такое доброкачественность (чистота) сока сахарной свеклы? 4. Какие процессы происходят в сахарной свекле при хранении? 5. Перечислите способы и режимы хранения сахарной свеклы. 6. Расскажите о кратковременном полевом хранении сахарной свеклы. 7. Как хранят сахарную свеклу на приемных пунктах заводов? 8. Как хранят сахарную свеклу в замороженном состоянии? 9. Назовите особенности хранения маточников.

§ 1. Краткая схема технологического процесса переработки сахарной свеклы в сахарный песок

Современный свеклосахарный завод перерабатывает в сутки несколько тысяч тонн корнеплодов. Производство сахара из свеклы в своей основе — физико-химический и достаточно сложный процесс. Сахарозу извлекают из клеток диффузией, после чего применяют химические и теплофизические воздействия для отделения сахара от несахаров и превращения его в чистый кристаллический продукт.

Переработку обычно ведут по следующей технологической схеме: подача корнеплодов на завод; мойка; взвешивание сырья на автоматических весах; измельчение в стружку; получение сока на диффузионных установках; очистка сока; сгущение сока (выпарка); уваривание сиропа до кристаллизации сахара; отделение кристаллов сахара от патоки и пробелка сахара на центрифугах; сушка сахара; упаковывание сахара в мешки или транспортирование его на склад бестарного хранения (рис. 89).

С кагатного поля, находящегося на территории сахарного завода, а также на автомобилях или по железной дороге свекла поступает в бурачную 1. Она представляет собой один или несколько длинных наземных или углубленных в землю бункеров.

Бурачные разгружают струей воды, выходящей из головки гидранта под давлением. Вода смывает свеклу в желоб гидравлического транспортера 2, по которому корнеплоды поступают на переработку.

Для подачи свеклы с кагатного поля на завод оборудуют разветвленную сеть гидравлических транспортеров. Их устраивают с учетом рельефа местности и с уклоном от кагатного поля к заводу. При этом расходуют большое количество воды. Для отделения от свеклы посторонних примесей (соломы, ботвы, камней, песка и др.) на транспортере устанавливают ловушки.

При гидравлическом транспортировании свекла частично отмывается от земли. От земли и других прилипших примесей корнеплоды отмывают в свекломойках, где также обеспечивают окончательное отделение соломы, ботвы, камней и песка.

Для извлечения сахара корнеплоды измельчают в стружку на специальных машинах (свеклорезках) в виде полосок желобчатой формы шириной 4...6 и толщиной 1,2...1,5 мм или прямоугольных пластинок. Диффузия сахарозы происходит полнее и быстрее, если стружка имеет наибольшую поверхность на единицу массы.

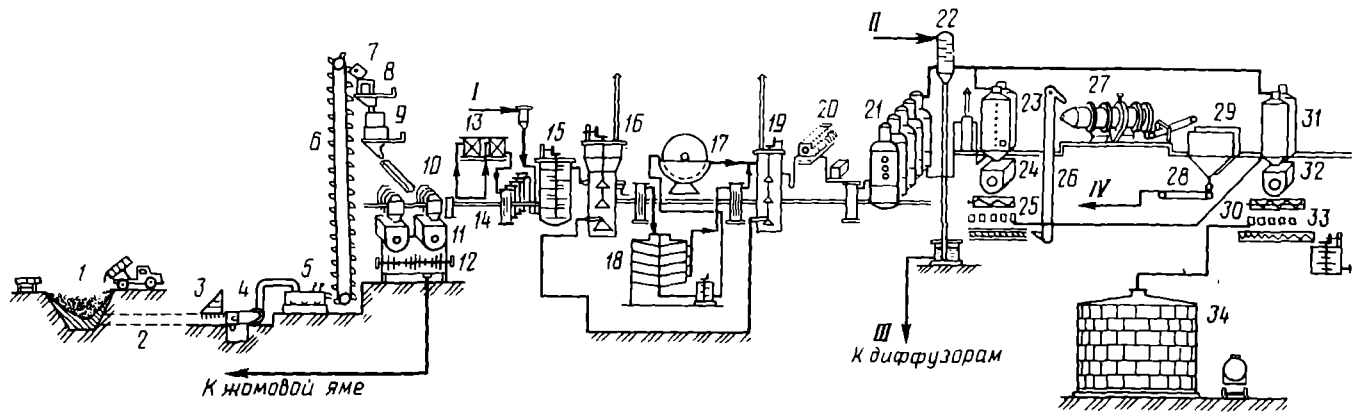


Рис. 89. Технологический процесс переработки сахарной свеклы:

1 — бурачная; 2 — гидравлический транспортер; 3 — соломоулавливатель; 4 — центробежный насос; 5 — свекломоечная машина; 6 — элеватор; 7 — магнитный уловитель; 8 — автоматические весы; 9 — свеклорезательная машина; 10 — диффузионная батарея; 11 — желоб подачи жома; 12 — мешалка обессахаренной стружки с водой; 13 — резервуары сырого сока; 14 — решоферы; 15 — дефектор; 16, 19 — сатураторы; 17 — вакуум-фильтр; 18 — отстойник сока; 20 — фильтр-пресс; 21 — выпарные аппараты; 22 — барометрический конденсатор; 23 — вакуум-аппараты; 24 — мешалки; 25 — центрифуги; 26 — элеватор белого сахара; 27 — сушильный барабан; 28 — транспортер подачи сахара в склад; 29 — бункера; 30 — автомат зашивания мешков; 31 — вакуум-аппараты второго продукта; 32 — мешалки второго продукта; 33 — центрифуги второго продукта; 34 — резервуар патоки; I — известковое молоко; II, III — вода; IV — сахар.

Если корни хорошего качества (упругие, с хорошим тургором) и свеклорезка правильно установлена, то стружка массой 100 г, уложенная в длину в одну линию, занимает не менее 24 м. При этом не менее 45...50 % стружки должно быть правильной формы, а брака и мезги (толстые, короткие кусочки неправильной формы, толщиной менее 0,5 мм) не более 3 %.

Свекловичная стружка поступает на транспортер, подающий ее в диффузионные аппараты непрерывного действия или в диффузионные батареи. Сахар из стружки извлекают горячей водой.

Оболочки клеток корнеплодов проницаемы для сахара и других водорастворимых веществ, однако живая цитоплазма клеток полупроницаема и почти не пропускает сахар и другие растворимые в клеточном соке вещества. Поэтому относительно полное извлечение сахара диффузионным способом возможно только после нагревания стружки до температуры 60 °С, когда происходит процесс коагуляции белков цитоплазмы. Белки превращаются в отдельные сгустки, комочки, между которыми сахар и другие водорастворимые вещества проходят к оболочкам клеток и сквозь них в окружающий раствор.

Коэффициент диффузии растворенного вещества зависит от температуры среды и его молекулярной массы. Чем выше температура среды и меньше молекулярная масса диффундирующего вещества, тем интенсивнее диффузия. Коэффициент диффузии показывает, сколько растворенного вещества диффундирует в единицу времени через единицу площади при разности концентраций, равной единице. Коэффициент диффузии сахарозы при повышении температуры до 70 °С возрастает в три раза и составляет 1,07 против 0,37 при температуре 20 °С. Количество веществ, перешедших в диффузионный сок (% от их содержания в свекле), составляет: сахарозы 98, белков 30.

Эти величины показывают, что белки, как и другие вещества с высокой молекулярной массой, переходят в диффузионный сок очень медленно и в меньших количествах. Большинство белков при нагревании свертывается и остается в стружке. Значительно медленнее сахарозы диффундируют пектиновые вещества, что положительно сказывается на технологическом процессе, так как переход их в диффузионный сок нежелателен. Переход пектиновых веществ в сок заметно увеличивается при повышении температуры более 80 °С.

Для успешного извлечения сахара и уменьшения перехода несхаров в диффузионный сок диффузию проводят быстро и при слабокислой реакции среды (рН 5...6). В диффузионном соке несхаров на 18...20 % меньше, чем в клеточном соке, то есть доброкачественность диффузионного сока выше, чем клеточного.

Диффузию сока проводят на аппаратах шнекового типа. Стружка поступает в аппарат непрерывно, а навстречу ее движению подают воду, с помощью которой и происходит обессахаривание. Предварительно стружку ошпаривают (нагревают) горячим соком для плазмоллиза клеток в специальных ошпаривателях. Нагретая стружка, перемещаемая шнеком с одного конца аппарата в другой, отдает потоку воды сахара и растворимые несахара. По мере движения стружка все более обессахаривается. При выходе из аппарата стружка (называемая жомом) содержит сахара 0,2...0,28 % от массы переработанной свеклы. Диффузионный сок представляет собой мутную, быстро темнеющую на воздухе жидкость. В нем, кроме сахара, присутствуют органические и минеральные несахара. Кроме того, в диффузионном соке во взвешенном состоянии находятся мелкие частицы свекловичной стружки. Сок обладает слабокислой реакцией и способен пениться.

Очистка сока заключается в удалении взвешенных частиц и несахаров. Из диффузионного сока удаляют около 40 % несахаров. Оставшиеся несахара проходят все дальнейшие технологические процессы и скапливаются в патоке — мелассе. Очистка включает следующие операции: дефекацию предварительную и основную, сатурацию первую и вторую, сульфитацию и контрольную фильтрацию сока.

Сок, подогретый до температуры 85...90 °С, дважды обрабатывают известковым молоком. Под действием извести белки и другие вещества, находящиеся в диффузионном соке в виде крупных мицелл, коагулируют.

Кроме того, в процессе дефекации происходят также реакции между несахарами диффузионного сока и ионами Ca^{2+} и OH^- . В присутствии иона кальция осаждаются щавелевая, лимонная и оксикислоты, образуя нерастворимые соли кальция. Наряду с этим известь осаждаёт фосфорную кислоту и в незначительном количестве серную. Под влиянием гидроксильных ионов (OH^-) происходят реакции осаждения солей алюминия, железа и магния в виде гидроокисей данных металлов.

Продолжительность дефекации при нагревании сока до температуры 80...90 °С составляет 8...10 мин. Ее проводят в специальных аппаратах.

Следующий этап очистки сока — сатурация, которую осуществляют в два приема: сначала первую и после отделения осадка — вторую. Основная цель процесса состоит в том, чтобы, насыщая сок диоксидом углерода, вызвать выпадение извести в осадок в виде углекислого кальция (CaCO_3). Образующийся в аппаратах — сатураторах мел обладает очень тонкой структурой и активно поглощает различные органические вещества,

особенно несахара, окрашивающие сок. Последний становится более светлым и прозрачным.

Сок поступает в сатуратор сверху и, попадая на разбрызгивающий диск, равномерно стекает. Сатурационный газ подают в нижнюю часть аппарата. Газ приводит сок во вращательное движение, хорошо с ним перемешиваясь. Основную часть обработанного газом сока первой сатурации после предварительного подогрева до температуры 90 °С направляют на фильтрацию.

Отфильтрованный сок, подогретый до температуры 100 °С, поступает на вторую сатурацию. Задача состоит в максимальном осаждении и удалении извести и солей кальция, которые могут вызвать затруднения при уваривании сока.

На второй сатурации сок обрабатывают диоксидом углерода щелочности рН 8,8...9. В результате в нем остается минимальное количество кальциевых солей и уменьшается отложение накипи на выпарке. После второй сатурации сок снова поступает на фильтрацию.

Фильтрацию ведут на фильтрах-прессах или вакуум-фильтрах. В результате образуются два продукта: более очищенный сок и фильтр-прессная грязь — отход сахарного производства.

Для обесцвечивания и уменьшения вязкости сок, полученный после фильтрации, сульфитируют (обрабатывают сернистым газом). При пропускании последнего в соке образуется сернистая кислота — довольно сильный восстановитель. Реагируя с водой, она частично переходит в серную кислоту. Освобождающийся при этом водород восстанавливает органически окрашенные вещества, превращая их в бесцветные соединения. Кроме того, сульфитация снижает щелочность сока, способствует уменьшению вязкости сиропа, что облегчает кристаллизацию и отделение кристаллов сахара.

Сульфитируют сок в специальных аппаратах — сульфитаторах. Сок в них поступает сверху, разбрызгиваясь в виде дождя, падает вниз и обрабатывается сернистым газом.

Доброкачественность сока после второй сатурации и фильтрации составляет 91...93 с содержанием сухих веществ 14...16 %, в том числе сахарозы 13...14 %. Следующая задача состоит в том, чтобы кристаллизацией получить из сока сахар. С этой целью из сока в два приема удаляют воду. Сначала сок выпаривают на выпарных аппаратах до содержания сухих веществ в сиропе 65...70 %. Затем продукт дополнительно очищают и уваривают в вакуум-аппаратах до содержания сухих веществ 92...93 %.

При дальнейшем выпаривании воды из сиропа раствор перенасыщается и в нем начинают образовываться кристаллы сахара. В результате такого уваривания сиропа получают продукт — п е р в ы й у т ф е л ь. Он представляет собой густую

вязкую массу, состоящую из кристаллов сахара и межкристалльной жидкости с содержанием сухих веществ 92...93 %. Для предотвращения карамелизации сахара, что может наблюдаться при температуре кипения утфеля (120 °С) при нормальном атмосферном давлении, сироп уваривают в вакууме. При этом температура кипения не должна превышать 80 °С.

Для образования или заковки кристаллов в вакуум-аппарат добавляют небольшое количество (50...100 г) сахарной пудры, способствующей быстрому образованию центров кристаллизации. Затем продукт направляют в центрифуги для отделения кристаллов сахара от патоки. Получаемую жидкость называют зеленой патокой.

Оставшиеся на сетчатой поверхности барабана кристаллы сахара пробеливают горячей водой и паром, при этом часть кристаллов сахара растворяется. Полученный раствор, состоящий из воды, остатка патоки и растворенного сахара, называют белой патокой. Ее подают в вакуум-аппараты в конце уваривания первого утфеля. Выгружаемый из центрифуги белый сахар влажностью 0,5...0,6 % и температурой 70...75 °С попадает в сушильное отделение. В барабанной сушилке его подсушивают до стандартной влажности (0,1...0,15 %) благодаря остаточному теплу самого сахара, просеивают на ситах, пропускают через магнитный сепаратор и направляют в бункер для упаковывания в мешки.

Зеленая патока поступает в другой вакуум-аппарат для уваривания второго утфеля. После дополнительной кристаллизации второй утфель направляют на центрифуги, где снова отделяют кристаллы сахара, но желтого цвета — желтый сахар. Последний возвращают в производство, растворяя его в соке после второй сатурации. Данный процесс именуют клеровкой. Растворенный в соке желтый сахар примешивают к сиропу с выпарки, поступающему на сульфитацию. Оттек второго утфеля называют кормовой патокой, или мелассой.

Выход чистого сахара на современных заводах зависит от сахаристости сырья и обычно составляет 14...15 % массы переработанной свеклы.

Сахар хранят в чистых, сухих, отапливаемых или неотапливаемых складах, с возможно равномерной температурой. Чтобы он не отсыревал, в складах поддерживают относительную влажность воздуха менее 70 %. Мешки с сахаром укладывают в штабеля на настилы из брусков или досок, оставляя между ними и вдоль стен проходы шириной 0,7 м.

§ 2. Производство сахара-рафинада

Производство сахара-рафинада — это дань вкусам потребителя и создание более транспортабельного продукта. Согласно стандарту, сахарный песок первого сорта должен иметь сахарозы не менее 99,75 % и несахаристых веществ не более 0,25, в том числе редуцирующих веществ не более 0,15 %. Сахар-рафинад содержит сахарозы не менее 99,9 %, то есть разница в химическом составе между сахарным песком и рафинадом ничтожна.

Сахар-рафинад вырабатывают на специальных заводах, расположенных в районах потребления, или в рафинадном цехе сахарного завода. Различают рафинад литой и прессованный. Литой рафинад бывает различной формы (наиболее прочный получают в форме сахарных голов).

Для выработки сахара-рафинада песок сначала растворяют в воде. Полученный сироп фильтруют и обрабатывают активированным углем или другими сорбционными средствами для удаления красящих веществ. Затем его направляют в вакуум-аппараты для варки первого рафинадного утфеля. Во время варки добавляют небольшое количество ультрамарина (0,0008 % массы сахара) для маскировки желтого оттенка кристаллов сахара. Уваривание происходит так же, как при производстве сахара-песка.

Рафинадный утфель пробеливают, образовавшуюся рафинадную кашку (влажностью до 3 %) прессуют, получая влажный рафинад определенной формы. Для приготовления рафинада в виде голов утфель заливают в конические формы и охлаждают до температуры 45 °С. В порах между кристаллами остается маточный раствор, которому дают вытечь через отверстие в нижней части (носке формы). Для пробелки в форму сверху заливают сахар высшей очистки. Сырой прессованный рафинад сушат в сушилке подогретым воздухом до влажности 0,3...0,4 %. Бруски рафинада охлаждают, раскалывают на специальном колочном станке и упаковывают.

После пробеливания первого рафинадного утфеля на центрифугах получают два оттека: зеленую и белую патоку. Последнюю возвращают на варку первого рафинадного утфеля; зеленую патоку после обесцвечивания активированным углем тоже уваривают и кристаллизуют. Из второго рафинадного утфеля вырабатывают рафинадную кашку. Зеленая патока утфеля второго рафинада служит сиропом третьего рафинада. Типовой технологической схемой предусмотрена работа с тремя рафинадными утфелями.

§ 3. Отходы свеклосахарного производства и их использование

Основные отходы свеклосахарного производства: жом, кормовая патока и фильтр-прессная грязь. Выход жома составляет около 90 % переработанной свеклы. В свежем жоме содержится воды 93 и сухих веществ 6...7 %. В состав последних входят (%): клетчатка — 2,5, азотистые вещества — 0,6; пектиновые вещества — 2,6; зола — 0,2 и сахароза — 0,2. Жом — ценный корм для скота, его применяют в свежем, сухом и кислом виде. Перевозка сырого жома вследствие большого содержания воды нерентабельна, поэтому его используют в хозяйствах, расположенных вблизи сахарных заводов. Чтобы сырой жом не портился, его силосуют.

Для повышения кормовой ценности и транспортабельности жом сушат в барабанных сушилках после предварительного удаления половины воды прессованием. Выход сухого жома составляет около 8 % массы сырого. Такой жом содержит сухих веществ около 90 %, хорошо хранится и по питательности близок к овсу. Сухой жом используют в качестве одного из компонентов при приготовлении некоторых комбикормов. Из жома получают также свекловичный пектин, используемый в кондитерской и других отраслях промышленности.

Кормовая патока (меласса) составляет 3,5...5 % массы переработанной свеклы, содержит сахара около 50 %. Преобладающее количество получаемой мелассы применяют для производства этилового спирта. Около половины ее расходуют для сдобривания грубых кормов и приготовления комбикормов.

Меласса также служит сырьем для производства хлебопекарных дрожжей. Сбраживанием мелассы получают глицерин, молочную, лимонную и глютаминовую кислоты и другие продукты, идущие на приготовление лекарств. Способом известковой сепарации из мелассы извлекают сахар.

Количество сухой фильтр-прессной грязи составляет 5...6 % массы свеклы. Она содержит углекислый кальций (около 80 %), немного солей фосфорной кислоты и азотистых веществ. Отход служит известковым удобрением кислых почв.

Контрольные вопросы и задания. 1. Изложите технологическую схему получения сахара. 2. Какие аппараты и оборудование применяют при переработке сахарной свеклы? 3. В чем заключаются особенности производства сахарафинада? 4. Как отходы свеклосахарного производства используют в народном хозяйстве?

Раздел VII

КАЧЕСТВО, ХРАНЕНИЕ И ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

Глава 20

ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ЛУБЯНЫХ КУЛЬТУР

§ 1. Общая характеристика лубяных волокон

Под первичной обработкой лубяных культур (льна, конопли, кенафа) понимают совокупность процессов и операций, цель которых — выделение волокна или луба из стеблей растений. Значительный рост производства синтетических волокон не уменьшает значение лубяных культур. Изделия из льняного и пенькового (конопляного) волокна обладают специфическими свойствами, поэтому их не всегда можно заменить синтетическими волокнами. Ассортимент тканей, выпускаемых льноткацкими предприятиями, значительно расширился в результате использования синтетических волокон (капрона, нейлона, лавсана и др.) в смеси с льняными. Добавление синтетических волокон к льняному улучшает внешний вид и физико-механические свойства тканей.

Первичную обработку стеблей лубяных культур, особенно льна-долгунца, в основном проводят на государственных предприятиях. Однако хозяйства еще продают лубяное сырье не только в виде соломы, но и тресту, волокно.

Первичная обработка стеблей лубяных культур довольно сложна. Для максимального получения доброкачественного волокна нужно уметь правильно его выделить из стебля, используя микробиологические и ферментативные процессы. Необходимо также хорошо представлять морфологические и анатомические особенности стеблей.

Чем длиннее и тоньше стебли, тем больше в них волокна. Так, содержание волокна в стеблях льна-долгунца составляет (% массы стебля): в тонких до 35, в средних 30, в толстых до 24.

В стеблях большей длины и меньшей толщины волокнистые пучки компактные, с плотным соединением более длинных элементарных волокон. Поэтому в таких стеблях при прочих равных условиях содержание волокна больше и оно обладает лучшими физико-механическими свойствами.

Различают общую и техническую длину стебля льна. Под общей длиной понимают расстояние от места при-

крепления семядольных листочков до места прикрепления самой верхней коробочки. Техническая длина стебля — расстояние от места прикрепления семядольных листочков до начала разветвления соцветия.

В таблице 72 приведены показатели технической длины и толщины стеблей лубяных культур. Они в значительной степени зависят от сорта и условий выращивания. При густом размещении растений стебель меньше ветвится и имеет большую техническую длину и малую толщину. При очень редком стоянии увеличивается толщина стеблей, образуется много ветвей. При одинаковых условиях выращивания у более длинных стеблей большая толщина.

Цвет стеблей лубяных растений — важный признак, характеризующий качество будущего волокна. Он зависит от степени зрелости, условий выращивания, погоды в период уборки и хранения, степени пораженности грибными заболеваниями и т. д. Если стебли убраны преждевременно, прочность волокна низкая, поэтому выход длинного волокна снижается. При слишком поздней уборке (перестое) волокно древеснеет.

Нормальные по качеству стебли льна и конопли обладают светло-желтым или зеленовато-желтым цветом. Их получают при уборке в оптимальные сроки (например, льна — в фазе ранней желтой зрелости), правильной сушке. Кроме того, растения не должны быть поражены болезнями.

Буро-темная и пестрая окраски характерны для стеблей, несвоевременно убраных, длительно хранившихся в поле во время дождливой погоды и пораженных грибными заболеваниями. Выход и качество длинного волокна при переработке таких стеблей резко снижаются.

Зеленая окраска стеблей свидетельствует о том, что их убрали слишком рано. Толстые стебли с ярко-зеленой окраской получают также при выращивании льна и конопли на почвах,

72. Техническая длина и диаметр (мм) стеблей лубяных растений

Растение	Длина			Диаметр		
	Длинностебельные (более)	Среднестебельные	Короткостебельные (менее)	Толстостебельные	Среднестебельные	Тонкостебельные (и менее)
Лен-долгунец	800	600...800	600	1,5	0,9...1,4	0,8
Конопля:						
среднерусская	900	700...900	700	10	6...10	6
южная	1400	1000...1400	1000	12	8...12	8
Кенаф	1500	1200...1500	1200	12	8...12	8

избыточно удобренных азотом. Такие стебли обладают сильно развитой древесной и рыхлой структурой лубяных пучков. Для стеблей с зеленой окраской характерны уменьшенный выход длинного волокна и пониженная его прочность.

Прядильные качества лубяных волокон зависят и от анатомических особенностей стеблей. Структура элементарных волокон, образующихся в паренхимной ткани и представляющих собой удлиненные, вытянутые, веретенообразные клетки, их связь между собой и характер соединения в лубяные пучки во многом определяют технологические свойства будущего волокна. Длина элементарных волокон льна 17...25 мм, конопли 12...18, кенафа и джута 3...6 мм.

Лубяные пучки, выделенные тем или иным способом из стебля в отличие от элементарных волокон, называют техническим волокном. Оно бывает длинным и коротким.

Выход длинного волокна (наиболее ценного) зависит от особенностей строения луба, условий выращивания растений, сорта и других факторов. В лубе конопли находятся два слоя волокнистых клеток первичного и вторичного происхождения. Последние значительно короче первичных волокнистых клеток, собраны в меньшие по размерам волокнистые пучки и расположены в нижней части стебля. Эти волокна при обработке полностью уходят в паклю. Кроме того, стебли конопли (в отличие от льна) содержат колленхиму, неодинаковое распределение которой служит одной из причин неравномерной вымочки стебля по длине.

Лучшие прядильные качества волокна льна обусловлены особенностями его строения. Волокнистые пучки состоят из тонких элементарных волокон с плотными стенками и малым каналом; элементарные волокна в пучке плотно прилегают один к другому и прочно склеены, но не в результате одревеснения срединных пластинок (спаек). Такое строение пучка способствует повышению крепости и эластичности волокна.

Пучки расположены компактно, но не склеены в общий длинный пучок, растянутый в виде кольца по окружности сечения стебля. Такие пучки дают лентистое, хорошо разделяющееся при чесании волокно.

Пучки обладают овальной (слабовытянутой) формой. Главная составная часть волокон — целлюлоза. Кроме того, в них содержатся гемицеллюлоза, пектиновые вещества, лигнин и минеральные вещества.

Целлюлоза придает волокнам и вырабатываемым из них тканям прочность на разрыв, гибкость и эластичность, носкость, гигроскопичность, мягкость и блеск. Эти свойства улучшаются в результате обработки стеблей, когда целлюлоза освобождается от своих спутников (гемицеллюлозы, пектинов, лигнина и др.).

Содержание целлюлозы составляет (%): в волокне льна 80...84, конопли 70...77, кенафа 76.

Особую роль играет присутствие в стеблях пектиновых веществ. Заполняя межклеточные промежутки, они образуют срединные пластинки, склеивающие элементарные клетки в волокнистые пучки. Кроме того, вместе с гемицеллюлозами пектиновые вещества содержатся в первичной и вторичной стенках элементарного волокна. Волокно из стеблей льна и других лубяных культур выделяют мочкой в результате происходящего при этом частичного разрушения пектиновых веществ.

Пектиновые вещества, склеивающие элементарные волокна в пучки, отличаются по своим свойствам от веществ данной группы, склеивающих волокнистые пучки с клетками коры. Это позволяет при правильной обработке соломы ослаблять связь между волокнистыми пучками и окружающими их тканями коровой паренхимы без разрушения пектиновых веществ, соединяющих элементарные волокна внутри пучков. Даже частичное разрушение лубяных пучков резко снижает выход длинного волокна, снижаются его прочность и другие свойства. Количество пектиновых веществ в волокне достигает в среднем 3,3 %.

Лигнин придает волокну грубость, жесткость и другие отрицательные свойства, поэтому в технологическом отношении это нежелательный компонент. Лигнин находится главным образом в срединных пластинках. Он пропитывает стенки волокна, а иногда содержится только в местах соединения нескольких клеток, образуя узлы, пояски, одревеснения.

Наличие лигнина в волокне льна достигает 2...4,5 %. На его количество влияют условия вегетации и степень зрелости растений в период уборки. При разреженных посевах увеличивается одревеснение стеблей льна. Волокно, полученное из перестоялых стеблей, более грубое и с повышенным содержанием лигнина.

§ 2. Способы приготовления тресты

Классификация способов. После отделения семенных коробочек стебли льна-долгунца, предназначенные для получения волокна или луба, называют льняной соломой. Для выделения волокна применяют те или иные воздействия, направленные на разрушение связи между лубяными пучками и древесиной. Продукт, полученный после такой обработки, именуют трестой. Известно несколько способов приготовления тресты: биологический, физико-химический и химический.

Биологический способ. Наиболее распространен. Сущность его состоит в том, что создают условия, благоприятные для

развития определенных групп микроорганизмов, обладающих способностью разрушать пектиновые вещества.

Расстил. Лыносолому расстилают в ленту на лугах или прямо в поле, где она естественно увлажняется и создаются условия для развития плесневых грибов, выделяющих ферменты, гидролизующие пектиновые вещества. При нормальном протекании биологических процессов за время мочки удаляется около половины пектиновых веществ, находящихся в стебле.

Основные представители грибной флоры, разрушающей пектиновые вещества, *Cladosporium herbarum* Fr. и *Rhizopus nigricans* Ehr. Кроме них, участвуют и другие грибы (*Mucor lismasis*), а также аэробные бактерии. При температуре ниже 0 °С их рост практически приостанавливается, при 0...3 °С идет чрезвычайно медленно, при 18...22 °С — очень активно. Отсутствие росы или дождей также задерживает процессы гидролиза.

Лучшее время расстила соломы в льноводной зоне — первые две декады августа. Расстил в более поздние сроки приводит к увеличению времени вылежки и снижению выхода и качества волокна (табл. 73). Хорошими стлищами считают ровные суходольные луга, многолетние низинные залежи и большие лесные поляны. На таких стлищах лучше поддерживается необходимая влажность соломы, меньше колеблется температура на протяжении суток. Нельзя расстилать лен на заболоченных лугах с расположенными близко к поверхности грунтовыми водами, так как избыток влаги в соломе приводит к активному развитию плесневых грибов из рода *Aspergillus* и гнилостных бактерий. Солому лучше расстилать не на земле, а на травянистом покрове. В этом случае создаются более благоприятные условия для аэрации. Подсев в лен овсяницы луговой и райграса пастбищного создает невысокий, но плотный травяной покров. Оптимальная норма расстила 2,5...3 т/га.

Если высокоурожайный лен убирают комбайном ЛК-4А, то при расстиле получают относительно толстую ленту соломы. За период вылежки ее один или два раза переворачивают. В результате получают тресту более равномерной вылежки.

73. Влияние времени расстила лыносолумы на продолжительность вылежки тресты, выход и качество волокна (по данным Житомирского СХИ)

Время расстила	Продолжительность вылежки, сут	Общий выход волокна, %	В том числе выход длинного волокна, %	Номер длинного волокна
Август	15	20,5	16,5	18
Сентябрь	27	19,6	14,6	16
Октябрь	35	17	12	12,7

Для перевертывания соломы применяют оборачиватель ОСН-1.

Подборщиками ПТП-1 и ПТН-1 тресту или солому подбирают из лент и связывают в снопы или сбрасывают для последующей сушки сырья в конусах. Уборка льна комбайном с одновременным расстилом соломы позволяет выдержать сроки, получить тресту нормального качества и сократить затраты труда.

Конец вылежки тресты определяют по пробам (пыткам). Их отбирают, когда треста принимает серый цвет, легко мнется в руках, а волокно свободно отделяется по всей длине стебля. Пробы массой 2...2,5 кг каждая берут маленькими горстями из разных рядов стлища.

Если после обработки высушенной пробы на машинах получают мягкое маслянистое волокно с хорошей делимостью, то тресту поднимают со стлища. При хорошей погоде сухую тресту закатывают в рулоны пресс-подборщиком ПРП-1,6. Погрузчик ПФ-0,5 с приспособлением для захвата рулонов подбирает их с поля, грузит в тракторные прицепы и укладывает в штабеля.

Рулонная технология позволяет механизировать подборку сырья из лент, его погрузку и разгрузку. Производительность труда повышается в три-четыре раза. Уборка льна-долгунца комбайном ЛКВ-4А с одновременным связыванием соломы в снопы дает возможность не прибегать к получению тресты способом расстила.

Для отделения семян льна и доведения их до кондиционной влажности ворох после комбайновой уборки сушат на напольных, конвейерных и других сушильных установках. Для этого используют воздухоподогреватели ВПТ-600А, ТАУ-0,75, ТАУ-1,5 и другое оборудование. Температура агента сушки 45...47 °С. Высушенный ворох перетирают и отделяют от него семена на молотилке-веялке МВ-2,5А.

Существуют типовые проекты пунктов для сушки и переработки льняного вороха (типовые проекты 814—126; 814—127; 814—128). Использование таких пунктов в хозяйствах позволяет полностью механизировать процессы загрузки сырья, разгрузки и обмолота сухого вороха при помощи ленточных и гребенчатых транспортеров. Производительность пунктов по сырому вороху 0,6; 1 или 1,4 т/ч.

Широко внедряют комплект оборудования КСПЛ-0,9 сушильно-очистительного пункта для льняного вороха с противоточной карусельной сушилкой СКМ-1. Применение комплекта оборудования позволяет полностью механизировать процесс сушки и переработки вороха. Расход топлива сокращается в три-четыре раза, повышается качество семян и увеличивается их выход.

Мочка. На заводах по первичной обработке льносоломы

применяют способ водяной мочки. Если при расстиле соломы ведущая биологическая роль в разложении пектиновых веществ принадлежит грибам, то при водяной мочке (холодной и теплой) основными микроорганизмами для разложения пектиновых веществ служат бактерии.

Процесс мочки разделяют на три основные фазы, строго не разграниченные между собой по времени. Первую фазу называют физической, так как в это время деятельность бактерий еще не проявляется. Вторую и третью — биологическими.

В физической фазе мочки стебли набухают, из лубяного сырья экстрагируются органические и минеральные водорастворимые вещества, в связи с чем в мочильной жидкости создается благоприятная среда для быстрого развития микроорганизмов. По мере перехода растворимых веществ из стеблей в воду последняя приобретает желто-бурую окраску.

Вторая фаза — пенистого брожения. К этому времени микроорганизмы уже размножились и начали сбраживать питательные вещества, поступившие из стеблей в воду. При этом выделяются водород и диоксид углерода, выходящие на поверхность мочильной жидкости в виде пузырьков, образующих пену. В брожении экстрактивных веществ участвуют как аэробные, так и анаэробные бактерии. К концу второй фазы аэробные бактерии уступают место анаэробным.

В третьей фазе разлагаются пектиновые вещества и лубяные волокна отделяются от окружающих паренхимных тканей и древесины. К началу фазы образование пены прекращается и поверхность жидкости в мочильном резервуаре затягивается сплошной пленкой. Бактерии пектинового брожения не нуждаются в кислороде, поэтому они лучше развиваются при полном погружении стеблей в воду. При анаэробной мочке льна и конопли основные пектинообразующие бактерии — *Clostridium felsineum*, *Cl. pectinovorum* и *Bacillus amylobacter*; разрушая пектиновые вещества они образуют различные органические кислоты, главным образом масляную и уксусную. Накопление кислот придает жидкости характерный запах и задерживает жизнедеятельность самих бактерий. Выделяемые бактериями ферменты гидролизуют склеивающие вещества, связь между волокнистыми пучками и окружающими их тканями ослабевает, в результате волокно легко отделяется от древесины.

Мочку заканчивают, когда из полученной тресты можно выделить наибольшее количество длинного волокна высокого качества. Если процесс своевременно не прекратит (перемочка), то разрушаются срединные пластинки, соединяющие элементарные волокна в пучок. Волокно получается короткое, пухлявое и непрочное.

Для своевременного и правильного определения готовности

тресты систематически наблюдают за ходом процесса. Окончание мочки льна и конопля определяют по пыткам. Применяют несколько приемов определения готовности сырья: при ударе горсти тресты о поверхность воды волокно легко отделяется от древесины, образуя сетку из отдельных прядей; вымоченный стебель протаскивают между двумя сжатыми пальцами — волокнистый слой по всей длине легко отделяется от древесины; древесина стеблей при изломе издает характерный треск.

Более точно готовность тресты определяют быстрым высушиванием пробных снопов массой 1,5...2 кг и обработкой их до волокна. Если получают достаточно чистое от костры и мягкое волокно, то мочку считают законченной.

Продолжительность мочки прежде всего зависит от температуры мочильной жидкости. Лучше всего развиваются бактерии при температуре воды 32...36 °С. В этих условиях продолжительность мочки составляет 3...4 сут, при 20...24 °С — 6...8, при 10 °С — 16...18 сут. При температуре воды 4 °С прекращаются все необходимые для мочки микробиологические процессы.

Выход и качество волокна зависят от свойств воды. В жесткой мочка длится дольше, чем в мягкой, и волокно получается более грубое, сухое и ломкое. Присутствие в воде большого количества солей железа (ржавые пятна на поверхности) тоже снижает качество волокна: оно становится пестрым и приобретает темный цвет. Для ускорения процесса проводят частичную смену воды.

Для снижения кислотности (ее нейтрализации) жидкости применяют щелочь, в частности известь. За 1...2 суток до загрузки новой партии соломы в мочильную жидкость вносят гашеную известь 1,2 кг/м³ или NaOH 0,5 кг/м³.

Улучшения режима питания и условий развития пектино-разлагающих бактерий, а следовательно, ускорения мочки достигают внесением в мочильную жидкость химических добавок (аммонийных, фосфорных и др.). Для ускорения пектинового брожения иногда добавляют бактериальные закваски. Сочетание химических и биологических ускорителей сокращает продолжительность мочки льна почти в два раза. По сравнению с обычной мочкой повышаются выход и номер волокна.

Тепловую мочку проводят в специально оборудованных мочильных баках из железобетона, бетона или кирпича вместимостью 2...6 т (в расчете на массу воздушно-сухой соломы). Баки оборудуют прижимами для поддержания загруженных стеблей, трубами для налива и спуска воды, а иногда и трубами для подогрева ее. Для удобства баки заглубляют в землю так, что высота их стенок над землей составляет 78...80 см. Горячую и холодную воду подают через трубопроводы при помощи кранов-смесителей.

Известен комбинированный аэробно-анаэробный способ мочки соломы. Мочильную жидкость аэрируют введением мелких пузырьков воздуха. Органические кислоты, образующиеся во время мочки, окисляются; что дает возможность использовать одну и ту же мочильную жидкость несколько раз и сократить продолжительность процесса примерно в два раза.

Комбинированным способом мочат стебли и луб конопли. Продолжительность мочки сокращается почти наполовину, качество волокна повышается.

Пропаривание. Льносолому пропаривают при температуре около 140 °С и повышенном давлении. Целлюлоза при этом почти не разрушается, а лектиновые вещества после гидролиза легко вымываются.

Процесс ведут в специальных автоклавах, представляющих собой цилиндрические горизонтальные котлы, в которые закатывают вагонетки, загруженные соломой. Сначала стебли замачивают в теплой воде. После кратковременной мочки воду из автоклава сливают и стебли 1,5 ч обрабатывают паром под давлением. Затем их 30 мин отмачивают в холодной воде. Тресту выгружают из автоклава, отжимают и одновременно промывают на отжимно-промывочной машине. Преимущество способа заключается в резком сокращении продолжительности процесса по сравнению с тепловой мочкой (3...4 ч против 3...4 сут) и большей механизации.

Химический способ. Сущность его состоит в непрерывном прохождении слоя льна через ряд ванн, заполненных водой, слабыми растворами кальцинированной соды, кислоты и специальной эмульсии. Между ваннами размещены прессы.

§ 3. Сушка тресты

Наибольший выход волокна хорошей крепости получают из тресты влажностью 12 %. Режимы и способы сушки также значительно влияют на выход волокна, его закростренность и номер.

При сухой погоде сушить тресту можно на воздухе. Удачно проведенная естественная воздушно-солнечная сушка дает волокно лучшего качества. Снопы тресты расставляют на поле в виде небольших конусов, массой около 1...1,5 кг каждый. Поясок снопов сдвигают к вершине. В сухую солнечную погоду треста высыхает до необходимой влажности за один день.

Для искусственной сушки используют сушилки камерного типа, в которых через тресту продувают агент сушки.

Применяют калориферные камерные сушилки (типовые проекты 814—51, 814—52 и проект 14—109). Последняя служит составной частью типового пункта для переработки тресты.

Производительность двухкамерной сушилки 0,4...0,5 т/ч (рис. 90).

Тресту нельзя пересушивать, так как при этом снижаются выход и качество волокна. Например, из пересушенной тресты влажностью 6...7 % волокно получают пухлявое, грубое, хрупкое, а его выход снижается на 2...3 %.

Подсушенная треста до обработки отлеживается 12...24 ч. В результате волокнистая часть стеблей приобретает большую эластичность и мягкость, древесина остается более сухой и легко разрушается при обработке на мяльных машинах. Оборудование, устанавливаемое на пунктах для сушки льняного вороха с применением конвейерных и карусельных сушилок, применяют и для сушки тресты.

§ 4. Хранение соломы и тресты

Высушенную солому или тресту (если их сразу не перерабатывают) связывают в снопы и закладывают на хранение в скирды с прямоугольным или круглым основанием. Оптимальные размеры прямоугольной скирды (м): ширина 5...6, длина 12...15, высота 7...8. При формировании скирды до половины высоты расширяют, затем сужают и завершают. Снопы укладывают комлями наружу с таким расчетом, чтобы в центральной части скирды они приподнимались на 40...50 см выше краев (с образованием ската к периферии). При укладке устраивают подскирдники из жердей, горбылей или хвороста, которые укладывают на основание из бревен. Применяют также костру, насыпая

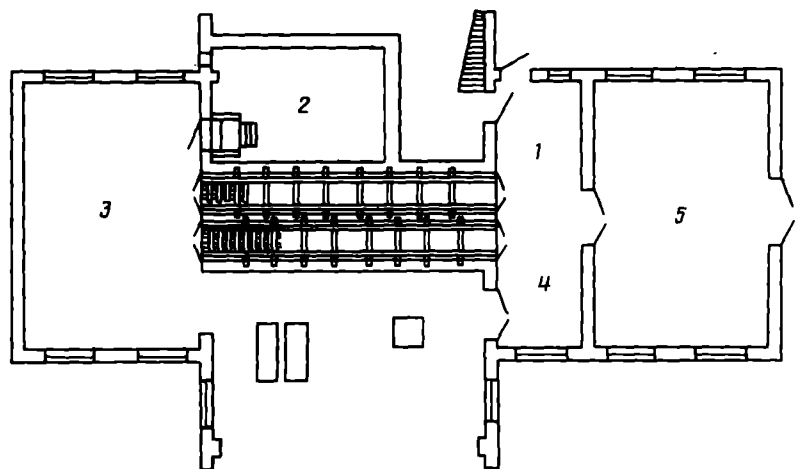


Рис. 90. Двухкамерная паровая сушилка тресты:

1 — сушильные камеры; 2 — калориферная; 3 — помещение отлежки тресты; 4 — помещение подготовки сырья; 5 — склад.

ее сплошным слоем высотой 30 см. Принимают меры к защите сырья от грызунов, используя отравленные приманки или безводный аммиак (с помощью установок активного вентилирования).

Не размещают поблизости скирды соломы зерновых культур, отходы обмолота и сортирования зерна.

Ориентировочно масса 1 м³ льнотресты вскоре после укладки в скирду равна 60, соломы 80 кг. При длительном хранении в значительном уплотнении масса 1 м³ тресты достигает 100, соломы 130...140 кг.

Если влажность соломы или тресты повышенная (до 30...35 %), их послойно обрабатывают углеаммонийной солью (УАС) — 4 % массы сырья. Она оказывает консервирующее действие, сохраняя технологические качества тресты и соломы.

§ 5. Обработка тресты

Цель обработки тресты — отделение волокна от остальных частей стебля. Для этого используют специальные мяльные машины, основные рабочие органы которых — рифленые вальцы. При проходе через них древесина тресты изламывается на мелкие частицы, а основная масса волокна сохраняется. Однако в результате такой обработки волокна не полностью отделяются от всех частей стебля. Полученное волокно называют сырцом, отходы стебля — к о с т р о й.

Дальнейшую обработку сырца (трепание) проводят на специальных машинах. Цель процесса — очистить волокно-сырец от оставшейся костры и других неволоконистых частей стебля в результате ударно-скоблящего воздействия специальных бил. После трепания сырца получают длинное трепаное волокно.

Отходы трепания — спутанные стебли, а также низкосортная треста, непригодная для переработки на длинное волокно, — служат сырьем для получения прямого короткого волокна. Для его выделения отходы подвергают дополнительной механической обработке: протряхивают вручную или применяют специальные трясильные машины. Затем подсушивают до влажности 6...8 % и обрабатывают на куделеприготовительной машине.

В хозяйствах тресту обрабатывают на мяльно-трепальных агрегатах на пунктах первичной обработки. Агрегат состоит из мялки МЛКУ-6А, льнотрепальной машины ТЛ-40А и куделеприготовительной машины КЛ-25М.

§ 6. Нормирование и оценка качества соломы, тресты и волокна

По характеру первичной обработки стеблей льна и конопли различают волокно заводское и внезаводское. Последнее получают на сельских пунктах первичной обработки. По способу приготовления тресты различают волокно стланцевое, получаемое из тресты, приготовленной способом растила соломы; моченцовое и паренцовое, вырабатываемое на заводах в результате соответственно тепловой мочки и пропаривания тресты в автоклавах. В зависимости от длины, структуры и вида льняное и пеньковое волокно подразделяют на длинное трепаное, получаемое после мятья тресты и трепания сырца, и короткое (после очистки отходов трепания).

Прежде чем направить длинное трепаное волокно в прядение, на прядильной фабрике его чешут на специальных машинах. В результате получают длинное чесаное волокно (чесаный лен), чесаную пеньку и очес (короткое волокно).

Для выработки ткани того или иного артикула используют пряжу, отвечающую определенным требованиям по толщине, прочности, мягкости и другим физическим свойствам. Качество пряжи, в свою очередь, зависит от исходных свойств волокна и техники прядения. Поэтому в основу оценки качества волокна, тресты, из которой оно получено, и соломы, из которой выработана треста, заложены одни и те же принципы. Прядильные качества пряжи характеризуются прежде всего ее метрическим номером, поэтому суммарную оценку качества всего волокнистого сырья (соломы, тресты, волокна) также выражают номерами (сортономерами).

Метрический метр пряжи соответствует числу метров пряжи, приходящихся на 1 г ее массы. Например, если масса мотка льняной пряжи длиной 100 м составляет 20 г, то номер ее будет $100 : 20 = 5$. Таким образом, чем выше номер пряжи, тем она тоньше и пригоднее для выработки тонких, прочных и красивых льняных тканей.

Качество волокна, так же как и пряжи, характеризуется номером, дающим представление о его прядильной способности. Чем выше номер, тем выше прядильная способность волокна и тем более тонкую пряжу из него получают.

Основные свойства, характеризующие качество волокна, — гибкость (мягкость), прочность на разрыв (крепость), линейная плотность (степень расщепленности длинного волокна). Наряду с ними важную роль играют дополнительные признаки, позволяющие уточнить качественную характеристику волокна и под-

твердить правильность его оценки. К ним относят длину, цвет, лентистость и тяжеловесность, содержание костры.

Все признаки изложены в соответствующих стандартах. Для трепаного волокна льна установлено 13 номеров. С 8-го по 16-й они идут подряд, затем только четные — до 24-го. Качество волокна каждого номера должно соответствовать образцам, утвержденным в установленном порядке. Стандартные образцы проверяют способом контрольного прочеса на чесальных машинах. Главные признаки качества короткого волокна: за-костренность (чистота обработки) и прочность. Согласно ГОСТ 9394—76, льняное короткое волокно в зависимости от показателей качества подразделяют на пять номеров: 8; 6; 4; 3; 2.

Для вычисления номера соломы и тресты определяют следующие показатели качества: у соломы — длину (горстевую), содержание луба, прочность (крепость), пригодность, цвет, диаметр стеблей; у тресты — содержание волокна, крепость, длину, пригодность, цвет волокна, отделяемость (степень вы-лежки и вымочки), диаметр стеблей. В соответствии с требова-ниями стандартов льносолному подразделяют на восемь номеров: от 3,5 до 1. Эти и другие признаки качества (засоренность, влаж-ность) определяют стандартными способами.

Номер льняной тресты устанавливают в зависимости от про-центномера, вычисленного по результатам определения выхода, и цвета длинного трепаного волокна. Выход длинного трепаного волокна определяют, пропуская десять горстей тресты на мяльно-трепальном станке СМТ-200М. Учитывают показатель поправки на цвет и по числу процентнономеров (десять горстей \times на вы-ход).

Льносолному и тресту доставляют на льнозаводы партиями. Для этого их предварительно подготавливают: сортируют по длине, толщине и цвету и связывают в снопы диаметром не менее 17 см. Качество каждой партии оценивают по среднему образцу, состоящему из десяти снопов (при неоднородной по внешнему виду — 20 снопов), от партии соломы массой до 5 т и партии тресты массой до 4 т. От партии тресты массой 4 т и более отбирают две пробы по десять снопов.

Контрольные вопросы и задания. 1. Дайте краткую характеристику лубяных культур как сырья для выделения волокна. 2. Каково значение морфологических и анатомических особенностей стеблей при переработке их на волокно? 3. В чем состоят особенности химического состава стеблей и волокна лубяных культур? 4. Какими способами готовят тресту льна? 5. В чем заключается сущность биохимических процессов, происходящих при мочке стеблей лубяных культур? 6. Назовите способы и режимы хранения соломы и тресты лубяных культур. 7. Как нормируют и оценивают качество соломы, тресты и волокна?

§ 1. Свойства и химический состав шишек хмеля

Хмель — ценная техническая культура. Его используют как незаменимое сырье в пивоваренной промышленности, применяют в хлебопекарной, парфюмерной, лакокрасочной промышленности и медицине.

Женские соцветия хмеля называют шишками или сережками. Они содержат вещества, придающие пиву специфическую приятную горечь и аромат и повышающие его биологическую стойкость.

Качество сырья (шишек), используемого в пивоварении, зависит от условий выращивания хмеля, сортовых особенностей, сроков уборки, послеуборочной обработки и хранения. Очень важно получать неоплодотворенные шишки (без семян). Наличие оплодотворенных шишек ухудшает качество партии, и в частности аромат. Поэтому мужские растения хмеля удаляют с плантаций. Шишки хмеля содержат (%): горьких веществ и смол 12...22; эфирных масел 0,2...0,8; дубильных веществ 2...5; золы 7...10; клетчатки 13...14; безазотистых экстрактивных веществ 25...27; азотистых веществ 15...18; воды 10...14.

Горькие вещества хмеля — это безазотистые соединения, основные компоненты которых α - и β -кислоты, мягкие α - и β -смолы, твердые γ -смолы. Наиболее изучены α -кислота — гумулон ($C_{21}H_{30}O_5$) и β -кислота — лупулон ($C_{26}H_{38}O_4$). Для пивоварения наиболее важны α -кислоты. В процессе варки они превращаются в изогумулоны, служащие источником образования характерных для пива свойств. Окисляясь, α - и β -кислоты переходят в мягкие α - и β -смолы, усиливающие пеностойкость пива, придающие ему небольшую горечь и антисептичность. Мягкие α - и β -смолы при хранении окисляются и превращаются в твердые смолы, не имеющие практической ценности в пивоварении.

При длительном или неправильном хранении шишек не только образуются твердые смолы, но и расщепляются молекулы горьких веществ. В результате в хмеле накапливаются изо-валерьяновая кислота, изомазляный альдегид, изопропилакриловая кислота и продукты их окисления. Присутствием данных веществ объясняется появление в шишках специфического сырного запаха — ярко выраженного признака недоброкачественности.

Содержащиеся в шишках хмеля эфирные масла, главным образом менее летучие, положительно влияют на аромат пива. В состав эфирного масла хмеля входит мирцен, линалоол, гера-

ниол, гумулен, люпаренол и др. Эфирные масла хмеля в некоторой степени служат растворителями α -кислоты и способствуют ее сохранению. Установлена положительная зависимость между содержанием β -кислоты и хорошим ароматом хмеля.

Дубильные вещества кахетиновой группы соединений способствуют свертыванию (осаждению) белков в процессе пивоварения, то есть осветляют пиво, а также увеличивают его пеноустойчивость. При окислении дубильных веществ в шишках появляются сильногорькие продукты — флобафены, и шишки буреют. Подобное явление наблюдается при запоздалой уборке, а также при хранении шишек с высокой влажностью и т. д.

Убирают шишки, когда 75 % достигает технической зрелости. В данный период шишки становятся более плотными, лепестки плотно прилегают друг к другу. Цвет из зеленого переходит в желто-зеленый или золотисто-зеленый. При растирании шишек чувствуется характерный хмелевой запах и липкость. В надломленных шишках у основания прицветных чешуек находятся блестящие, липкие, золотисто-желтые чешуйки — лупулиновые железки. Они заполнены горькими и ароматическими соединениями. Для пивоварения это самая ценная часть соцветия. Запаздывание с уборкой недопустимо, так как вслед за технической зрелостью шишки быстро буреют, лепестки их расходятся, лупулин осыпается. Хмель убирают вручную и комплексом ЧХ-4Л. В последнем случае производительность труда повышается в пять-шесть раз. В состав комплекса входит сушилка ПХБ-750К.

§ 2. Первичная обработка и хранение хмеля

Первичная обработка шишек хмеля включает сушку, отлежку, сульфитацию, прессование и упаковывание.

Во время уборки влажность шишек хмеля 70...80 %. Поэтому даже при кратковременном хранении при такой влажности сырье самосогревается и ухудшается его качество.

Окисление горьких веществ при самосогревании приводит к снижению содержания α -кислоты и мягких смол, а испарение и окисление эфирных масел — к потере характерного хмелевого запаха.

Сушка — самый ответственный технологический процесс первичной обработки шишек. Правильно высушенные, они остаются целыми, сохраняют естественный цвет, блеск, аромат, липкость и количество лупулина.

В хозяйствах хмель сушат в основном в специальных двух- и четырехкамерных сушилках, построенных по типовым проектам.

Хмелесушилки различных систем и конструкций различаются

главным образом числом этажей, размером и числом сушильных камер и складского помещения, числом ярусов сушильных сит, способом загрузки и выгрузки хмеля и вентилирования, типом топки. Производительность хмелесушилок в зависимости от конструкции, способа подачи агента сушки, вида топлива и других условий составляет 500...2000 кг/сут. Конструкция хмелесушилки представлена на рисунке 91. Свежесорванный хмель II (шишки) подвозят к сушилке и загружают в камеры активного вентилирования 13 слоем до 1...1,5 м и продувают воздухом, подогретым в результате теплотерьер сушильных камер 18. Под сетчатое основание 11 каждой камеры в слой хмеля I подают воздух при помощи центробежного вентилятора 12. Продолжительность вентилирования каждой партии хмеля 12...14 ч. Предварительное (перед загрузкой в сушильные камеры) активное вентилирование свежесорванных шишек хмеля позволяет сохранить их технологические качества, более чем в 10 раз сократить потребность в производственной площади, повысить производительность сушилок на 25 %. Затем шишки

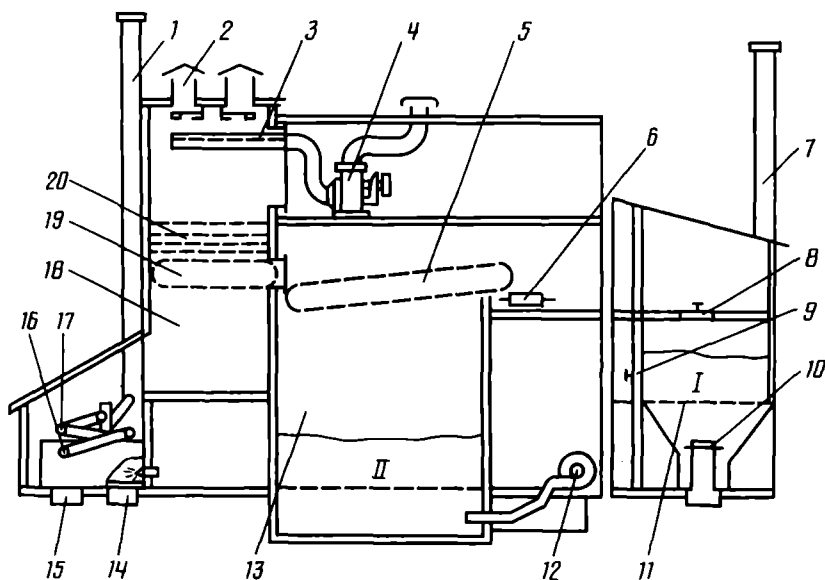


Рис. 91. Установка для сушки, кондиционирования и сульфитации хмеля:

1 — дымовая труба; 2, 3 — вытяжные трубы (соответственно при работе сушилки на естественной и искусственной тяге); 4, 12 — центробежные вентиляторы; 5, 19 — сетчатые транспортеры; 6 — ленточный транспортер; 7 — вытяжная труба сушильной камеры; 8 — люк загрузки; 9 — двери для выгрузки; 10 — очаг сжигания серы; 11 — сетчатое основание; 13 — камера активного вентилирования; 14 — форсунка; 15 — люки забора воздуха; 16 — топка; 17 — калориферы; 18 — сушильная камера; 20 — поворотные сита; I — хмель; II — свежесорванный хмель.

поступают на верхний этаж сушилки, где их загружают на верхнее сито равномерным слоем толщиной 12...14 см.

На ситах хмель находится 40...100 мин, в зависимости от исходной влажности и условий сушки. В нужное время ситовые рамы переводят из горизонтального положения в вертикальное и шишки пересыпаются на сито лежащего ниже яруса.

Продолжительность нахождения шишек на ситах разных ярусов определяют по готовности их к выгрузке из нижнего выгребного ящика. Если в отобранной пробе черешки шишек не изгибаются, а ломаются, сушку считают законченной. Продолжительность сушки шишек одной загрузки при естественной тяге агента сушки 6...8 ч. При повышении температуры агента сушки с 45 до 65 °С продолжительность процесса сокращается в два раза.

Большинство сушилок работает на естественной тяге с очень малой скоростью движения агента сушки (0,1...0,15 м/с). Применение принудительной циркуляции резко увеличивает производительность сушилок. Однако надо учитывать, что шишки хмеля в сухом состоянии очень легкие. Поэтому скорость движения агента сушки должна быть не более 0,6 м/с. Принудительной циркуляции агента сушки достигают при помощи системы нагнетательной или вытяжной вентиляции. Воздух, подогретый при помощи калориферов, поступает в сушильную камеру под нижний слой хмеля и отсасывается центробежным вентилятором над верхним слоем сырого хмеля. Температуру контролируют дистанционными термометрами.

Сразу после сушки шишки очень хрупкие, при перемещении легко отламываются чешуйки и теряется лупулин. Поэтому выгруженные из сушильной камеры шишки подвергают отлежке, в процессе которой, впитывая влагу из окружающего воздуха, они становятся более плотными и эластичными. Для отлежки высушенные шишки осторожно выгружают из нижнего яруса сит и размещают в складском помещении. Длительность отлежки зависит от относительной влажности окружающего воздуха и составляет 5...20 сут. Для регулирования процесса и его сокращения высушенное сырье увлажняют или кондиционируют.

Способ предусматривает увлажнение сухих шишек влагой свежееубранного хмеля, которая выделяется при вентилировании сырья. Высушенный хмель с нижнего сетчатого транспортера пересыпается на ленточный транспортер до полной выгрузки из сушильной камеры. Сухой хмель размещают по всей площади транспортера равномерным слоем толщиной 10...12 см.

Камера увлажнения представляет собой пространство над камерой активного вентилирования свежееубранного хмеля. Сухой хмель увлажняют воздухом, прошедшим через слой свежееубранного сырья, до содержания влаги в шишках 13 %.

Продолжительность отлежки сокращается до 10...15 мин. Кроме того, сохраняются ценные компоненты шишек, создаются условия для перевода процесса на непрерывный.

Партии высушенного хмеля обрабатывают сернистым ангидридом. Сульфитация придает сырью лучший внешний вид (цвет) и защищает от развития микроорганизмов. В сульфитированном хмеле дольше сохраняются ценные для пивоварения компоненты горьких веществ. Однако при чрезмерной сульфитации ухудшается аромат хмеля и шишки приобретают несвойственный цвет. Сульфитацию проводят в кирпичных камерах — хмелесеровнях. В нижней части камеры расположена топка, в которой на металлических противнях сжигают серу. На высоте 3 м от топки камера перекрыта металлической сеткой, на которой размещают шишки слоем 1...1,5 м. В верхней части камеры установлена вытяжная труба. Хмель загружают через люк в потолке камеры. Двери и люк камеры герметически закрывают. Сернистый газ проходит через слой шишек и удаляется через вытяжную трубу. Продолжительность сульфитации 4...6 ч. Расход серы 8...12 кг/т сухого хмеля. По окончании процесса двери открывают, проветривают камеру и выгружают хмель.

Применяют и усовершенствованный процесс сульфитации. Хмель укладывают в камеру слоем до 2 м и обрабатывают его сернистым ангидридом до содержания его 0,4...0,5 %. Газ из баллонов в течение 1 ч принудительно рециркулирует сквозь слой шишек.

Для уменьшения объема хмеля, придания ему большей транспортабельности и лучшего хранения высушенное сырье прессуют и упаковывают (зашивают) в мешочную ткань. Применяют легкое и плотное прессование и упаковывание.

Несульфитированный хмель прессуют слабо и одновременно упаковывают в мешки размером 1×2 м. Такой мешок вмещает сухого хмеля 50...60 кг. Зашитые мешки отправляют на хмелефабрику. Для сульфитированного сырья применяют плотное прессование и упаковывание.

Хмель механическими или гидравлическими прессами пакуют в тюки цилиндрической формы массой до 125 кг и упаковывают в двойной мешок. Для обшивки спрессованного хмеля лучше использовать джутово-кенафную мешочную ткань, обладающую высокой гигроскопичностью.

Перед прессованием и упаковыванием обязательно контролируют влажность хмеля, которая должна быть не выше 13 %. При более высокой влажности могут развиваться микроорганизмы.

Мешки с шишками хранят в сухих, затемненных, хорошо вентилируемых помещениях на деревянных стеллажах. Наиболее благоприятна температура 0...3 °С. При соблюдении оптимальных

условий хмель в мешках хранится не более года. Повышение температуры воздуха в хранилище до 12 °С значительно сокращает срок его сохранности. При необходимости хранения более продолжительное время шишки закладывают в металлические, герметически закрывающиеся цилиндры, из которых выкачивают воздух и нагнетают диоксид углерода.

В складском помещении хмель распределяют по сортам. К каждой партии прикрепляют этикетку с указанием даты поставки, товарного сорта, содержания горьких веществ и первоначальной влажности. Во время хранения наблюдают за температурой и относительной влажностью воздуха, а также за температурой хмеля внутри мешков.

§ 3. Товарная классификация и требования, предъявляемые к качеству хмеля при закупках

В соответствии с требованиями ГОСТ 21946—76 и ГОСТ 21947—76 хмель классифицируется на заготавливаемый (сырец) и прессованный, предназначенный для пищевой промышленности. Основные показатели качества сырья: запах, цвет, содержание α -кислоты, влажность, степень поражения болезнями и повреждение вредителями, содержание хмелевых примесей, семян и осыпавшихся лепестков, зольность. Основным показателем качества шишек — содержание α -кислоты. Базисная норма наличия α -кислоты в шишках 3,5 % (в пересчете на абсолютно сухое вещество), однако ее количество должно быть не менее 2,5 %.

По специфическому хмелевому запаху судят о том, что в шишках сохранились наиболее ценные компоненты горьких веществ и эфирные масла. Хмель с прелым, затхлым, сырным, валериановым или другим посторонним запахом не подлежит приемке и считается браком. Не принимают шишки, пораженные плесенью, с массовым поражением болезнями и вредителями, а также с посторонними (нехмелевыми) примесями. Содержание хмелевых примесей (листья, стебли) для сырья машинного сбора 10, ручного сбора 5 %.

При попадании пыльцы мужских растений хмеля на цветки женских растений могут образовываться семена, резко снижающие качество шишек. При использовании хмеля со значительным количеством семян пиво получается менее прозрачным, с осадком, а следовательно, менее устойчивым при хранении. Поэтому наличие семян допускают не более 4 % массы сухого вещества шишек. Влажность шишек должна быть не менее 11 и не более 13 %. Базисной считают влажность 13 %, при меньшем показателе проводят пересчет массы партии. Содержание зольных веществ в хмеле (в пересчете на сухое вещество) не более 14 %. Для прессованного хмеля ограничивают содержание

сернистого ангидрида (не более 0,5 % в пересчете на абсолютно сухое вещество).

Порядок отбора проб, составление среднего образца хмеля и методики проведения анализа подробно изложены в ГОСТ 21948—76. Влажность шишек определяют по двум измельченным навескам, массой по 3 г каждая, высушиваемым в сушильном шкафу 3 ч при температуре 105 °С. Зольность устанавливают общепринятым способом, содержание α -кислоты — кондуктометрическим методом (измерением силы тока, проходящего через экстракт горьких веществ в процессе титрования его уксуснокислым свинцом).

Анализ среднего образца хмеля-сырца проводят 5 сут, пресованного — 10 сут.

Контрольные вопросы и задания. 1. Расскажите о народнохозяйственном значении хмеля. 2. Каков химический состав шишек хмеля? 3. Изложите технологию послеуборочной обработки хмеля. 4. Каков технологический процесс сушки? 5. Расскажите об активном вентилировании свежесобранного хмеля. 6. Как сульфитируют и упаковывают хмель? 7. Изложите товарную классификацию и требования, предъявляемые к качеству хмеля при закупках.

Глава 22

ХРАНЕНИЕ И ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ТАБАКА И МАХОРКИ

§ 1. Требования, предъявляемые к качеству сырья

Характеристика сырья. Табачное и махорочное сырье используют при производстве табачных изделий, а также для получения никотина лимонной и яблочной кислот. Препараты табака и махорки применяют для борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур.

Сорта табака делят на ароматичные и скелетные. Первые обладают особой душистостью дыма и служат для сдабривания табачной массы скелетных табаков. К ароматичному табаку относят сорта: Дюбек, Остроконец 45, Самсун, Американ. Основные сорта скелетного табака: Трапезонд, Остролист, Переможец 83, Соболецкий 193, Юбилейный.

Зрелый табачный лист содержит воду — 80...85 % и сухие вещества — 15...20, в состав которых входят углеводы — 6...7 %, белки — 6...9 %, никотин, эфирные масла и другие соединения. Крепость табака повышается по мере увеличения содержания в нем никотина. Для табака высших сортов оптимальное количество никотина находится в пределах 1,2...1,5 %. При более высоком количестве никотина ухудшаются вкусовые качества табачных изделий, а при уменьшении крепость табака становится недостаточной.

Содержание углеводов в листьях табака положительно сказывается на качестве табачных изделий. Белки при сгорании табака в папиросе выделяют неприятный запах и придают ощущение горечи. Отношение количества углеводов к количеству белков характеризует качество табачного сырья.

Убирают (ломают) листья табака по мере наступления технической зрелости, при которой лист содержит наибольшее количество сухого вещества. Техническую зрелость растений определяют по внешним признакам: листья хрупкие (ломкие) и более плотные на ощупь; листовая пластинка липкая вследствие выделения смолистых веществ; поверхность листа волнистая, края и верхушки слегка отгибаются книзу; окраска несколько светлеет, переходя к краям в легкую желтизну; черешок хрупкий и при отламывании листа издает хрустящий звук.

Листья на растении созревают неодновременно: сначала нижние, через 10...12 сут листья второго яруса, за ним третьего и т. д. По мере созревания листья убирают, обычно проводят не менее пяти-шести приемов (ломок). Самое высокое качество у листьев средних и верхних ярусов, в них содержится больше сухих веществ.

Техническая зрелость растений махорки в зависимости от мощности и условий развития наступает неодновременно. В связи с этим ее убирают выборочно, по мере созревания отдельных групп растений. За 2...3 сут до уборки проводят последнее пасынкование и раскалывание (пластование) стеблей на корню. Прием способствует накоплению в листьях никотина и лимонной кислоты, ускоряет подвяливание растений после уборки. Махорку, предназначенную к обрезке листа для никотиновой промышленности, убирают в середине дня, так как в дневные часы она содержит наибольшее количество никотина. Срубленные растения раскладывают на плантации для провяливания.

Определение качества сырья. Качество табака, производимого в нашей стране, нормируется ГОСТ 8072—77, ГОСТ 8073—77.

Т а б а к. Различают табак желтый листовой неферментированный и сигарный. Табак желтый в зависимости от сорта подразделяют на пять типов: Дюбек (в том числе Остроконец); Американ (Моловата); Самсун; Трапезонд, Остролист, Тък-Кулак; Соболецкий. Четыре первых типа подразделяют на подтипы в зависимости от района произрастания. Табак сигарный делят на два типа: I — тяжелый; II — легкий.

В зависимости от качественных признаков табак подразделяют на четыре товарных сорта. Основные признаки, позволяющие отнести табак к тому или иному товарному сорту, следующие: ярус ломки, зрелость, цвет, степень поврежденности болезнями и вредителями, механические повреждения.

Базисная влажность неферментированного табачного сырья

установлена с учетом сортоформ и районов произрастания и не должна превышать 19...21 %. Допускают приемку табака с более высокой влажностью — до 23 %. Однако такое сырье обязательно подсушивают на ферментационном заводе. Нижний предел содержания влаги для табаков всех типов и подтипов 12 %.

Первый сорт. Листья зрелые, желтого, оранжевого, красного, коричневого с оттенками цвета. Темно-зеленого цвета допускают для III...V типов не более 20 %, для I и II — не более 50 % (здесь и далее в характеристике сортов количественные показатели, кроме засоренности, выражены в процентах пластинки листа).

Повреждения от болезней и вредителей, в том числе двусторонним трипсом, не более 20, механические не более 30 %. Засоренность (землей, песком) не более 2...2,5 % массы.

Второй сорт. Цвет аналогичен первому сорту, темно-зеленого для III...V типов не более 50 % пластинки листа, для I и II типов 70 %. Двустороннее повреждение трипсом не более 70 %, от других вредителей и болезней до 30, механические повреждения 50 %. Засоренность 2,5...3 %.

Третий сорт. Листья всех цветов и оттенков (кроме почерневших). Количество повреждений и засоренность такие же, как для второго сорта.

Четвертый сорт. Листья всех цветов и оттенков, в том числе и почерневшие. Допустимо двустороннее повреждение трипсом по всей пластинке листа, поражение от других вредителей и болезней не более 50 %. Засоренность 3 % массы. Наличие других примесей во всех сортах недопустимо.

Махорка. Неферментированное сырье (высушенные стебли и листья) классифицируют по обработке на три вида: махорка (гамуз) — растения с не отделенными от стебля листьями, продольно расколотым, глицованным (надколотым посередине) или плющеным стеблем; махорочный лист — листья, отделенные от стебля вместе с черешком; махорочный стебель — стебли, отделенные от листьев, продольно расколотые, глицованные или плющенные.

Основой деления сырья на товарные сорта служат: зрелость и облиственность растений, повреждения болезнями, морозом и механические, плотность стенок стебля, вид обработки, засоренность и влажность. В зависимости от указанных показателей сырье «гамуз» и махорочный лист подразделяют на три сорта. Сырье махорочный стебель на сорта не подразделяют.

Растения, относящиеся к первому сорту махорки «гамуз», должны быть зрелыми, с облиственностью не менее шести плотных или средней плотности листьев; стебли — продольно расколотыми с плотными или средней плотности стенками.

Базисная влажность сырья «гамуз» и махорочный лист для всех сортов 35, махорочный стебель 30 %. Засоренность (земля, песок) допускают не более: в первом сорте 1 %, во втором 2 и в третьем 3 %. Другие посторонние примеси недопустимы. В махорочном сырье всех видов не должно быть растений и листьев, пораженных склероцинией, гнилью или плесенью, а также с затхлым запахом.

§ 2. Первичная обработка табака и махорки

Обработка табака. С помощью табакопрошивочной машины сырье нанизывают на шнуры и сушат. Процесс сушки состоит из двух фаз: томления и собственно сушки. Сущность первой фазы заключается в частичном уменьшении влаги (до 25...30 %) и потере сухих веществ. В начале томления в табачном листе продолжается обмен веществ (дыхание и др.), вследствие которого изменяются химический состав и физические свойства. Сложные органические соединения превращаются в более простые. Так, крахмал преобразуется в различные формы более простых углеводов, значительно уменьшается содержание белковых веществ, придающих табаку неприятные вкус и запах, снижается и количество никотина. Почти полностью разрушается хлорофилл. Томление табака происходит быстрее при температуре воздуха 25...35 °С и относительной влажности 75...85 %.

Применяют различные приемы томления. Лучший способ, когда нанизанные листья подвешивают в несколько ярусов на переносные рамы из деревянных брусев. На период томления рамы устанавливают в закрытом помещении. При теплой погоде для ускорения процесса их выносят на 3...4 ч на солнце для обогрева и проветривания. В закрытых помещениях томление продолжается 2...4 сут. При другом способе нанизанный на шнуры табак укладывают рядами на пол сарая и прикрывают мешковиной. Температура во внутренней части массы не должна превышать 30...35 °С.

В холодную погоду грубые листья табака позднего сбора томят в кучах (гарманах). Доставленные с поля листья раскладывают на полу черешками книзу слоем около 20 см и укрывают мешковиной или рогожами. Через 2...3 сут, когда листовая поверхность начинает принимать желтую окраску, табак нанизывают на шнуры для дальнейшей сушки.

По окончании томления листья приобретают слегка желтоватую окраску и становятся вялыми, средняя жилка при складывании листа пополам не ломается. Далее сырье быстро сушат на солнце или в специальных сушилках. При солнечной сушке рамы со шнурами табака выкатывают из сараев и устанавливают на хорошо освещенной площадке, защищенной от ветра.

В зависимости от погодных условий, сорта и сроков ломки табака продолжительность сушки составляет 8...26 сут.

При недостатке табачных сараев применяют солнечную сушку в касуцах. Это несложное сооружение из нескольких рядов вертикальных деревянных стоек с верхней обвязкой из реек. На верхние рейки плотно устанавливают застекленные парниковые рамы в виде двускатной крыши. Используют и рамы, обтянутые полиэтиленовой пленкой. Для защиты от ветра боковые стены касуц обшивают досками или закрывают соломенными либо камышитовыми матами.

Применяют установку УМСТ-25 для естественной солнечной сушки табака. Она состоит из комплекта сушильных рам, подрамных путей, кронштейнов для крепления верхних путей, стойки, приводной станции, пульта управления, тягового каната, поддерживающих роликов и натяжной станции.

При неблагоприятной погоде или при запаздывании с уборкой табак сушат в сушилках системы Иорданского. Нанизанные на шнуры и навешенные на рамы листья загружают в сушилку и выдерживают их при температуре 30...35 °С в течение 1...2 сут. По окончании томления и приобретения листьями светло-желтого цвета температуру агента сушки постепенно повышают до 45 °С. В конечном периоде для досушивания средней жилки и черешка листа температуру агента сушки поднимают до 55...60 °С. Общая продолжительность сушки 2...4 сут.

В сушилках досушивают и табак, прошедший предварительно томление в сараях. В этом случае температуру агента сушки быстро повышают до 55...60 °С и сушка длится примерно 20...26 ч. Применяют также трубоогневые и паровые сушилки, воздухоподогреватели ВПТ-400 и ВПТ-600.

Существуют производственные поточные комплексы для послеуборочной обработки табака. Основные сооружения таких комплексов — сушилки туннельного типа. Они разделены на зоны (отделения) и обеспечены системами парового обогрева воздуха, принудительной вентиляции и искусственного увлажнения с использованием рециркуляционного воздуха. В состав комплексов входят помещения для механизированного закрепления листьев табака на шнурах и томления, сушильные дворы для сушки вытомленного табака, сортировочно-упаковочные помещения.

Высушенный табак до обработки и продажи некоторое время хранят в хозяйствах. Наиболее распространенный способ — хранение в связках четырех-пяти шнуров, называемых гаванками. Их подвешивают к жердям или рейкам в верхней части сарая. Оптимальная температура воздуха 15...20 °С, относительная влажность его 60...70 %. Табак хранят и в бунтах, плотно укладывая гаванки на деревянный или соломенный настил, поднятый

от пола на расстояние 20...25 см. Высота бунта не должна превышать 1,5...1,7 м. Данный способ обеспечивает более стабильную влажность табака — он меньше переувлажняется и пересыхает, лучше сохраняет свою окраску и может поступать на сортирование и упаковывание в любую погоду. Однако при хранении сырья в бунтах необходимо следить за температурой. При появлении признаков самосогревания бунт немедленно разбирают, проветривают и перекладывают табак на новое место.

Высушенное сырье хранят в табоохранилищах, хорошо изолированных от внешней среды, или в приспособленных помещениях. В период хранения изменяются химический состав и физические свойства высушенного табачного листа, в результате улучшаются товарные и курительные достоинства.

Чтобы придать табаку товарный вид, его сортируют. Предварительно высушенный табак слегка увлажняют (отволаживают) до состояния, исключающего возможность потерь вследствие крошения сухих листьев. Для этого двери и окна склада открывают на ночь, если табак находится на рамах, их выкатывают за пределы помещения. Влажность листьев не должна превышать 16...18 %.

Во время сортирования листья отбирают и относят к тому или иному товарному сорту согласно признакам, предусмотренным стандартом. Приемов сортирования несколько: для шнуровой, стосовой и папушевичной тюковки, обработки «вгладь» и др.

При сортировании для шнуровой тюковки листья на шнуре просматривают и удаляют несоответствующие товарному сорту основной массы. Оставшиеся листья одного сорта сдвигают вплотную, шнур разрезают на части, листья укладывают для спрессования, затем тюкуют.

Распространен способ обработки табака в стос. Листья снимают со шнуров, каждый разглаживают, устанавливают его товарный сорт и складывают по сортам в пачки (стосы). При укладке следят за совпадением черешков и средних жилок. В пачку собирают 18...25 листьев одного размера, однородных по цвету, ломке и другим признакам.

Тюкуют в специальных деревянных ящиках (формах) без дна и крышки, с раздвижными стенками по ширине. Размеры форм следующие: внутренняя длина 80 см, высота 53, ширина 20...75 см. Перед началом тюковки под ящик с двух сторон по ширине укладывают деревянные бруски или тюковочные палки, которые связывают в двух-трех местах шпагатом. Пачки помещают с таким расчетом, чтобы пластинки листьев перекрывали друг друга на $\frac{1}{3}$ или $\frac{1}{2}$ длины, а черешки были направлены в противоположные стороны. Сначала выкладывают дно ящика, затем по особой системе основные ряды, углы тюка

и, наконец, самый верхний ряд («верхнюю рубашку»). На верх тюка кладут прессовальную доску и снимают ящик. После снятия прессовальной доски сверху тюка накладывают три палки параллельно нижним и равномерно увязывают бечевой. По высоте тюка укладывают 12...14 рядов пачек табака. Влажность табака в тюках не должна превышать 17...18 %.

Табак принимают и в виде рыхлой массы, которую перерабатывают на табачно-ферментативных заводах при условии, что обработка исключает укладку листьев в пачки с последующим формированием тюка. Разглаженные листья укладывают в пресс-форму и прессуют в кипы. В каждой кипе получают среднюю по сортовому составу массу табака. При таком способе можно готовить кипы постоянных объемов и массы. Отсортированный и затюкованный табак отправляют на заготовительные пункты.

Обработка махорки. Особенности первичной обработки проявляются еще во время уборки. Махорку убирают целыми растениями в период технической зрелости, срубая (срезая) растения у самой земли. Для ускорения высушивания стебли за 2...3 сут до уборки раскалывают (пластуют). Прием способствует улучшению химического состава махорки (повышается содержание никотина и лимонной кислоты в листьях).

Подсушенную махорку томят в сараях, укладывая ее в кучи (шары) шириной в два растения (по длине) листьями внутрь, высотой до 70 см и произвольной длины. Томление лучше проходит при температуре в кучах 30...35 °С. Повышение ее свыше 40 °С и несвоевременная разборка куч приводит к порче сырья, потемнению листьев и «запариванию» махорки. Обычно томление заканчивается за 20...24 ч. При более продолжительном томлении уменьшается количество никотина и ухудшаются курительные качества махорки.

Сушат сырье в специальных сараях или под навесами, подвешивая гирляндами, на глицах, парными пучками и др. Глицы представляют собой заостренные деревянные прутья (длиной 125 и толщиной 2...2,5 см). На одну глицу нанизывают 10...15 крупных или 20...25 мелких растений. Нанизанные глицы или связанные в пучки растения навешивают на жерди.

Заканчивают сушку при средней влажности сырья 40 % (влажность листа около 30 и стебля около 45 %). Внешние признаки окончания сушки следующие: черешки листьев при сгибании морщатся, но не ломаются; листья легко крошатся, окраска темнеет, цвет черешков и бадыля из зеленого переходит в серо-зеленый.

Измельченные растения (2...10 см) сушат в агрегате АВМ по приготовлению травяной муки. Продолжительность сушки сокращается в 200 раз.

Высушенную махорку укладывают в кипы шириной и высотой около 2...3 м. При повышении температуры в кипах до 40 °С сырье охлаждают, перекладывая растения. Продолжительность выдерживания сырья в кипах 8...10 сут. Затем махорку сортируют по товарным сортам. Рассортированную махорку связывают ее же стеблями в пучки массой 2...8 кг листьями в одну сторону и в таком виде сдают на заготовительные пункты.

§ 3. Ферментация табака и махорки

Процесс ферментации. Завершает послеуборочную обработку ферментация, в результате значительно улучшается качество сырья. Листья приобретают выровненную окраску, снижается способность их к поглощению водяных паров, повышается ароматичность, улучшаются горючесть и вкус сырья, устойчивость к развитию плесеней, пригодность к длительному хранению.

При ферментации часть сложных органических веществ распадается на более простые, происходит и более глубокое расщепление с образованием диоксида углерода, аммиака и воды.

Подвергаются распаду растворимые углеводы, почти полностью исчезает сахароза. В прошедшем ферментацию сырье потери сухих веществ составляют 5...10 %.

Ферментация табака. При сезонном способе процесс полностью зависит от условий погоды (влажности и температуры воздуха) и лучше проходит весной. Внезональную (искусственную) делают на специальных заводах, оборудованных камерами и аппаратурой, создающими оптимальные для процесса условия.

Деятельность ферментов (оксидазы, каталазы, инвертазы и др.) особенно активна при температуре 45...50 °С.

Партию табака, загруженную в камеру, нагревают до температуры 50 °С и одновременно подсушивают, что достигается созданием пониженной влажности воздуха (50...60 %). Затем ферментация табака нормального качества проходит при относительной влажности воздуха 60...65 %. Табак с пониженной влажностью и перезрелый ферментируют при относительной влажности воздуха 70...75 %.

Общая продолжительность процесса при температуре 50 °С в среднем составляет 12...14 сут.

Туки табака перед выгрузкой из камеры охлаждают до температуры 25...26 °С и несколько увлажняют, повышая влажность воздуха до 75...80 %.

В конце ферментации влажность табака должна быть 14...16 %.

Применяют непрерывный процесс ферментации табака в специальных установках как в рыхлом слое, так и в обычных тюках и кипах. Установки непрерывного действия состоят из ферментационного туннеля длиной 50...65 м, вдоль которого уложены один или два рельсовых пути. Туннель включает 12 отсеков, герметически отделенных один от другого. По рельсам через все отсеки периодически передвигают трех- или четырехъярусные этажерки с тюками или кипами. Температуру в отсеках поддерживают в течение всего процесса в соответствии с предварительно установленным режимом. Конструкция установки позволяет применять любые режимы ферментации, механизировать технологический процесс.

Кроме того, сокращается время и уменьшается расход топлива.

Ферментация махорки. Проводят в основном сезонным способом. Махорку укладывают в штабеля (бунты) в складах, где она хранится при температуре воздуха 15...20 °С и относительной влажности его 75...80 %.

Штабеля делают шириной 2...3 и высотой 1,5...3 м, в зависимости от товарного сорта и влажности. В теплую погоду при влажности сырья 35 % ферментация проходит интенсивно. Через 2...3 сут, когда температура в штабеле повышается до 45...50 °С, сырье перекаладывают. При благоприятных погодных условиях и нормальном качестве сырья ферментация заканчивается за 15...25 сут.

Признаком окончания процесса служит появление запаха свежеспеченного хлеба. Листья из зеленых становятся желто-коричневыми.

§ 4. Заготовка сырья для получения никотина и других препаратов

В махорочном листе содержатся никотин — 3...4 и лимонная кислота — 6...8 %. Из 1 т махорки получают (кг): никотина 40, лимонной кислоты 40...50, яблочной 4...5 и фумаровой кислоты 1...2.

В процессе послеуборочной обработки (при томлении) количество никотина и лимонной кислоты уменьшается. Поэтому сырье, предназначенное для производства никотина и лимонной кислоты, томлению не подвергают. Его сразу сушат в специальных сараях.

Для заготовки никотиновых листьев отбирают вполне зрелые растения первого товарного сорта, как содержащие большое количество никотина. Влажность листьев при обрезке не должна

превышать 25 %. Листья более высокой влажности, сложенные массой, легко самосогреваются.

Никотиновые листья обрезают по способу П. И. Комахина: от растения отрезают не отдельные листья, а примерно верхнюю их часть. При такой обрезке примесь твердых частей (черешков и верхушек бадьяла) составляет 10...12 % массы собственно листа, что обеспечивает наибольший выход никотина.

Хранят никотиновые листья на деревянном полу или на подстилках из досок и жердей, укладывая его в лойки (шары). Укладывают их в штабеля шириной 2...2,5 и высотой не более 2 м, устраивая колодцы для лучшего доступа воздуха. В штабелях листья могут уплотняться и согреваться, поэтому их периодически перекидывают. Никотиновые листья лучше сохраняются в запрессованном виде: они не согреваются, потери никотина снижаются. Листья, подсушенные до влажности 18...20 %, запрессовывают в кули массой 60 кг.

Контрольные вопросы и задания. 1. Какие требования предъявляют к качеству табачного сырья? 2. Когда и по какой технологии убирают табак и махорку? 3. Изложите технологическую схему послеуборочной обработки табака. 4. Назовите способы и режимы сушки сырья. 5. Как сортируют, тюкуют и хранят табак? 6. В чем заключаются особенности первичной обработки махорки? 7. Что такое ферментация табака и махорки? 8. Какие препараты извлекают из махорки?

Глава 23

ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ

§ 1. Краткая характеристика комбикормов

Значение комбикормов. Наукой о кормлении сельскохозяйственных животных, птиц и рыб установлено, что только при наличии полноценных в кормовом отношении рационов возможно с минимальными затратами корма и в более короткие сроки получать максимальные количества товарной продукции (молока, мяса, яиц и т. д.) высокого качества. Поэтому современное животноводство базируется на использовании специально подготовленных комбинированных кормов, или, сокращенно, комбикормов.

Комбикормом называют сложные однородные смеси очищенных и измельченных до необходимой крупности различных кормовых средств и микродобавок, вырабатываемые по научно обоснованным рецептам и обеспечивающие более полноценное кормление животных. Достоинство производства комбикормов состоит и в том, что предоставляется возможность наиболее

рационально использовать различные продукты — отходы, образующиеся в различных отраслях пищевой, мукомольно-крупяной, мясо-молочной и рыбоперерабатывающей промышленности.

Для производства комбикормов в нашей стране создана и успешно развивается комбикормовая промышленность. Производительность заводов весьма различна (до 600 т/сут), а оборудование — более или менее сложное, в зависимости от того, какие комбикорма вырабатывают. В сельском хозяйстве заводы строят главным образом вблизи животноводческих комплексов.

Классификация комбикормов. Комбикормовые заводы вырабатывают следующую продукцию: кормовые смеси, комбикорма-концентраты, полнорационные комбикорма, премиксы, карбамидный концентрат и др.

Кормовые смеси. Представляют собой однородный продукт, состоящий из кормовых средств, используемых в кормлении животных, но не содержащий полного набора питательных веществ. Однако эти смеси представляют большую ценность, чем отдельно скармливаемые компоненты. Кроме того, усвояемость их повышена в результате измельчения сырья до крупности размеров частиц, наиболее приемлемой для данного вида и группы животных.

Комбикорма-концентраты. Это комбикорм с повышенным содержанием протеина, минеральных веществ и микродобавок, скармливаемый с зерновыми, сочными или грубыми кормовыми средствами для большего обеспечения биологически полноценного кормления животных.

Полнорационный комбикорм. Полностью обеспечивает потребность данного вида животных в питательных минеральных и биологически активных веществах. При его использовании добавления других кормовых средств не требуется.

Белково-витаминные добавки (БВД). Однородная смесь измельченных до определенного состояния высокобелковых и минеральных кормовых средств и микродобавок. Их готовят по научно обоснованным рецептам и вводят в комбикорма для повышения кормовой ценности. БВД вырабатывают только на части заводов и доставляют на другие для непосредственного введения в комбикорма.

Премиксы. Представляют собой однородную высокодисперсную смесь биологически активных веществ (витаминов, антибиотиков, микроэлементов и т. п.) и наполнителя (например, мелкие отруби). Их вводят в комбикорма до 1% и готовят на специальных линиях.

Карбамидный концентрат. Применяют только в составе комбикормов для взрослых жвачных животных. Состоит из карбамида (мочевины), измельченного зерна и бентонита. Получают его в экструдерах, в результате чего карбамид

физически связывается с зерновыми компонентами и бентонитом. Полученную плотную структуру измельчают до нужной крупности и вводят в комбикорм. Карбамид у жвачных животных может заменять часть белка. Ферментами, выделяемыми микроорганизмами преджелудков жвачных, он разлагается на аммиак и диоксид углерода, затем эти соединения синтезируются ими в бактериальный белок, хорошо усваиваемый животными. Однако и для жвачных животных концентрат вводят в комбикорма в строго ограниченных пределах.

Белково-витаминные добавки на основе карбамидного концентрата. Однородная смесь измельченных до требуемой крупности карбамидного концентрата отрубей, поваренной соли, премикса и других компонентов. Смесь, вырабатываемую по утвержденным рецептам, используют для производства комбикормов и кормовых смесей для жвачных животных.

Состав комбикормов. Основу всякого комбикорма составляют зерно и семена различных культур. Прежде всего это зерно кукурузы, ячменя, овса, пшеницы, проса, сорго, семена зернобобовых и отруби пшеничные. К указанным компонентам в различные рецепты добавляют жмыхи, шроты, корма животного происхождения (муку костную, кровяную, мясную, рыбную и др.), кормовые дрожжи, минеральные корма (мел, ракушка) и т. д.

Обязательное условие производства комбикормов — использование только доброкачественного сырья, отвечающего требованиям стандартов или технических условий. Сырье должно быть свежим, что в значительной степени указывает на отсутствие в нем токсинов. Однако на заводах проверяют и содержание микотоксинов.

Комбикорма вырабатывают в виде сыпучей смеси необходимой крупности, гранул и крупок заданных размеров, а также в виде брикетов. Готовят их по-разному, исходя из целевого назначения (вида и группы животных), сокращения потерь при скармливании и лучшего использования корма животными.

Все комбикорма вырабатывают на заводах по утвержденным рецептам с учетом следующих факторов: вида животного (птицы или рыбы), для которого предназначен комбикорм; возраста животного, назначения его (по виду использования); соблюдения норм введения компонентов, предусмотренных рецептами, и полного соблюдения ограничений введения в комбикорма компонентов, содержащих ядовитые вещества, а также веществ, раздражающих пищеварительные органы животных.

Нумерация рецептов имеет два числа, из которых первое означает вид и группу животных. Для кур предназначены рецепты 1—9, для индеек 10—19, для уток 20—29, для гусей

30—39, для прочей птицы (цесарки, голуби) 40—49, для свиней 50—59, для крупного рогатого скота 60—69, для лошадей 70—79, для овец 80—89, для кроликов и нутрий 90—99, для пушных зверей 100—109, для рыбы 110—119, для продуцентов и лабораторных животных 120—129. Второе число, которое проставляют через тире после первого, показывающее порядковый номер рецепта, уточняет характер использования комбикорма. Например, 10—11 означает рецепт для индеек (10) в возрасте 1...14 сут (11).

Для характеристики ценности комбикорма перед номерами рецептов ставят буквы ПК (полноценный комбикорм) или К (комбикорм-концентрат). В большинстве рецептов допускают замену того или иного компонента при недостатке какого-либо сырья. Рассчитывают рецепты с помощью ЭВМ. Питательную ценность комбикормов выражают в кормовых единицах, содержание сырого протеина и сырой клетчатки — в процентах. Иногда учитывают содержание таких аминокислот, как лизин, метионин, триптофан и цистин, а также витаминов (прежде всего витамина А и каротина). Ценность кормов по минеральному составу характеризует наличие кальция и фосфора. Для птиц питательную ценность кормов оценивают величиной обменной энергии, то есть усвоенных калорий, полученных организмом птиц, из 100 г комбикорма.

§ 2. Технология производства комбикормов

Кормовые рассыпные смеси. Наиболее просто готовят кормовые рассыпные смеси. Компоненты, каждый отдельно, очищают от примесей, шелушат (например, пленчатое зерно) и измельчают на молотковых дробилках до необходимой крупности. Подготовленные компоненты отмеривают (объемным или весовым методом) в нужных дозах и смешивают на специальных аппаратах-смесителях (шнековых). Полученный продукт укладывают в мешки или хранят в рассыпном виде.

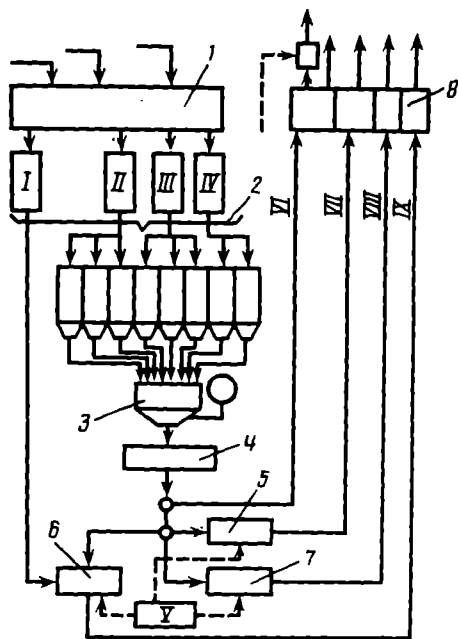
Брикетируемые комбикорма. Их производство сложнее. Такие комбикорма вырабатывают для жвачных животных. В рецептуру некоторых из них входят измельченные сено и солома. Смесь измельченных компонентов перемещают в специальный смеситель, где смешивают с дозированной в необходимом количестве мелассой, поступающей в распыленном состоянии. Образующуюся хорошо перемешанную массу передают в прессы для брикетирования. Брикет восьмиугольной формы длиной 160...170 мм, шириной 70...80 и толщиной 30...60 мм.

Гранулированные комбикорма. Готовят с еще большим разнообразием технологических процессов и выпускают главным образом в виде полнорационных. Особую роль они играют

в кормлении птицы, рыбы и пушных зверей. Гранулы представляют собой небольшие цилиндры определенного диаметра и высоты, получаемые прессованием массы подготовленного продукта. Они удобны для перемещения, транспортирования и хранения, поскольку обладают хорошей сыпучестью.

Гранулированные корма вырабатывают сухим и влажным способами. При сухом способе однородную смесь технологически подготовленных компонентов смешивают с распыленным жидким компонентом (мелассой, соленным гидролом, рыбьим жиром и др.), после чего иногда обрабатывают паром, затем прессуют, нарезают на части (гранулы) и охлаждают. Размер гранул зависит от вида и возраста животных, способов кормления. Так, для молодняка птицы (в возрасте до восьми недель) и рыб рекомендуют гранулы диаметром до 2,4 мм; для цыплят и бройлеров старше восьми недель 3,2; для взрослых бройлеров 4; для кур-несушек, уток и взрослой рыбы 4,8 мм; для кроликов, овец и телят 6,4; для крупного рогатого скота, лошадей и свиней 9,5...15,9 мм.

Производство мелких гранул затруднительно, и поэтому их получают измельчением более крупных (диаметром 5...8 мм). При измельчении часть гранулированного материала достигает мелкой мучнистой структуры — мучной фракции, которую отсеивают и вновь отправляют на прессование.



При влажном гранулировании в рассыпной комбикорм добавляют горячую воду и замешивают тесто. Затем его прессуют, нарезают на гранулы, высушивают и охлаждают.

Гранулы каждого комбикорма должны обладать определенной прочностью как при хранении, так и в перемещениях (пересыпании).

Рис. 92. Схема производства комбикормов:

- 1 — хранение сырья; 2 — очистка, шелушение, измельчение сырья; 3 — дозирование; 4 — смешивание; 5 — мелассирование; 6 — брикетирование; 7 — гранулирование; 8 — хранение комбикормов; I — сено; II — зерно; III — отруби; IV — мел; V — меласса, жир; VI — рассыпные комбикорма; VII — рассыпные мелассированные; VIII — гранулированные; IX — брикетированные комбикорма.

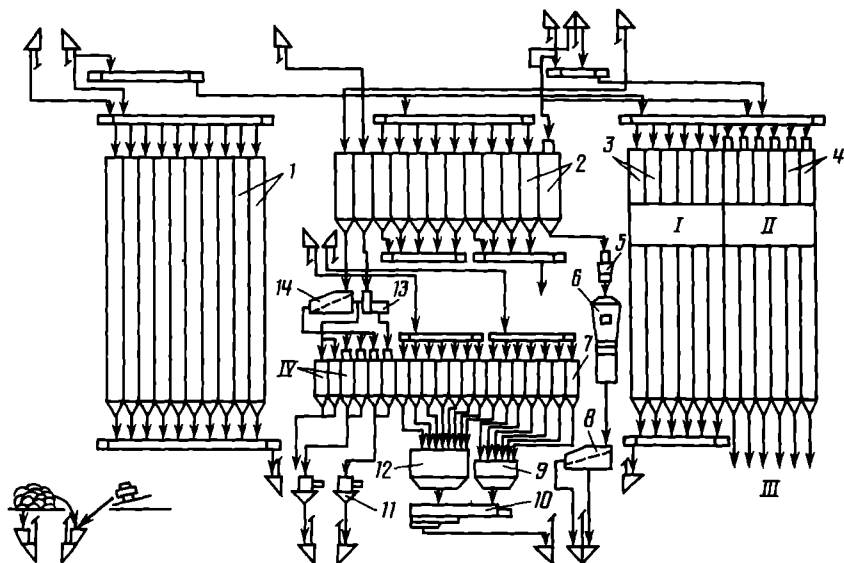


Рис. 93. Технологическая схема межхозяйственного комбикормового завода: 1, 3 — бункера мучнистого сырья; 2 — оперативные бункера различного сырья; 4 — бункера комбикормов; 5 — пресс; 6 — охладитель; 7 — бункера над дробилкой и дозатором; 8, 13 — просеивающие машины; 9, 12 — многокомпонентные дозаторы; 10 — смеситель; 11 — дробилка; 14 — сепаратор; I — зерно; II — комбикорм; III — отпуск; IV — отходы.

К некоторым видам кормов предъявляют и такие требования, как водостойкость. Гранулы для рыб должны медленно распадаться в воде.

На принципиальной схеме производства комбикормов на заводе (рис. 92) показаны основные этапы технологического процесса: от хранения сырья до получения готовой продукции. Чем сложнее по своему составу комбикорм, тем больше линий по подготовке отдельных видов сырья.

Зернокомбикормоперерабатывающий комплекс. Комбикормовые заводы в хозяйствах работают, как правило, на местном сырье. БВД и премиксы они получают в готовом виде. Технологическая схема одного из таких заводов представлена на рисунке 93. Разработан и зернокомбикормоперерабатывающий комплекс производительностью 7...10, 15...20 и 25...30 тыс. т для хозяйств зерновых районов страны. Он охватывает все процессы послеуборочной обработки зерна в сочетании с производством комбикормов. На комплекс поступают: зерно, грубые корма, добавки и зеленая масса. Продукция комплекса: товарное и семенное зерно, комбикорма (рассыльные и полнорационные брикеты).

В хозяйствах оборудуют и цеха по приготовлению комби-

кормов, выпускающие полнорационные рассыпные или гранулированные корма с использованием БВД и премиксов. Цех состоит из размольно-смесительного блока, блоков приготовления БВД, жидких добавок, гранулирования, компрессора, системы пневматического управления и электрооборудования, бункеров и т. д.

Работу комбикормового завода систематически проверяют сотрудники производственно-технологической лаборатории. Они проверяют качество поступающего сырья и его соответствие требованиям действующих стандартов, технических условий и других документов, участвуют в составлении рецептов и всего технологического процесса, по всем показателям проверяют качество готовой продукции.

Комбикормовые заводы относят к группе пожаро- и взрывоопасных производств. Многочисленные процессы измельчения органического сырья при неправильной работе машин могут приводить к накоплению в воздухе рабочей зоны значительного количества пыли, способной легко воспламениться и взрываться. Оборудование заводов должно исключать выделение пыли в окружающее пространство, а содержание пыли в воздухе производственных помещений — не превышать установленных санитарных норм.

§ 3. Хранение сырья и комбикормов

Комбикорма — более сложные и трудные объекты хранения, чем зерно, мука и крупа. Объясняется это большим числом компонентов, входящих в их состав, и различными физическими, химическими и биологическими свойствами каждого компонента. Если рассмотреть вопрос «критической» влажности комбикормов, то в зависимости от компонентов она находится на уровне 10...14,5 %, а критическая влажность костной муки равна 8,7, муки из листьев люцерны 14,9, жмыха из семян хлопчатника 11,5, шрота из этих семян 12,8 %. В применении к комбикормам термин «критическая влажность» характеризует возможность активного развития микроорганизмов. Устойчивость комбикорма при хранении во многом зависит от качества и количества компонентов. Например, рыбная мука характеризуется различным кислотным числом жира, которое резко возрастает при хранении. Из-за многих компонентов в комбикормах накапливается аммиак.

Обладая гигроскопическими свойствами, комбикорма существенно изменяют свою влажность. Особенно быстро это происходит в рассыпных кормах. Сорбция или десорбция водяных паров наиболее интенсивно происходит в течение первых 3 сут и заканчивается через 10...14 сут. В комбикормах, хранящихся

Рис. 94. Номограмма определения примерных сроков стойкого хранения комбикормов.

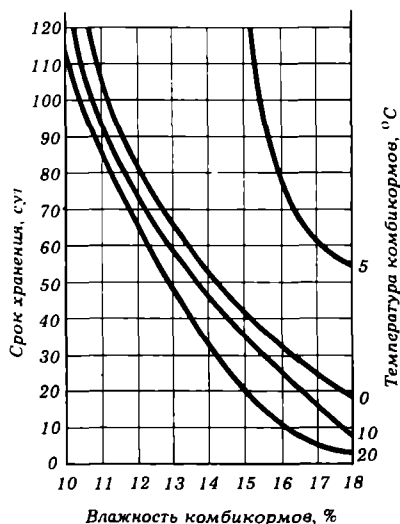
на складе или в силосе, процессы сорбции и десорбции интенсивно происходят в верхнем слое насыпи. Скорость проникновения влаги в насыпь зависит и от гранулометрического состава комбикорма, и его скважистости.

Из факторов окружающей среды наибольшее влияние на сохранность комбикормов оказывает температура. Хранение при пониженной температуре и при влажности ниже критической значительно увеличивает срок безопасного хранения. Примерное представление об этом дает номограмма (рис. 94), из которой следует, что в зависимости от температуры (5...20 °С) и влажности (11...18 %) сроки стойкого хранения изменяются от 4 до 120 сут и более. Огромное значение температурного фактора объясняется тем, что основная причина понижения качества и порчи комбикормов — активное развитие микрофлоры и вредителей хлебных запасов. Окислительные процессы, происходящие в комбикормах, интенсивнее протекают при более высоких положительных температурах.

Микрофлора комбикормов в подавляющем большинстве состоит из микроорганизмов, населяющих зерновую массу. Общая численность их в 1 г комбикорма может превышать содержание в зерновой массе, так как в рецептуру вводят такие продукты, как отруби и травяная мука, чрезвычайно насыщенные микроорганизмами.

Партии кормов, приготовленные из доброкачественного зерна, содержат в основном бактерии, среди них больше всего *E. herbicola*. Плесневые грибы представлены полевыми формами *Alternaria*, *Cladosporium*, *Demacium* и др. При использовании зерна, подвергавшегося активному воздействию микроорганизмов, в комбикормах обнаруживается значительно больше плесеней хранения (представители родов *Aspergillus*, *Penicillium*) и значительно меньше бактерий *E. herbicola*.

Все комбикорма — благоприятная питательная среда для многих бактерий, и особенно плесневых грибов. При наличии достаточного количества влаги (на уровне критической и более)



и положительных температурах (10...20 °С и выше) плесени быстро развиваются, выделяют много тепла и служат основной причиной самосогревания. Большая скважистость рассыпных (56...58 %) и гранулированных (50...54 %) кормов обеспечивает запас воздуха (а в нем кислорода), необходимого для интенсивного развития аэробной грибной флоры. Комплексное влияние температуры на развитие микрофлоры видно из данных таблицы 74.

Бактерий в рассыпных комбикормах во много раз больше, чем в гранулированных. Объясняется это действием довольно высоких температур в процессе гранулирования.

В самосогревании и порче комбикормов существенная роль принадлежит клещам и насекомым. Все насекомые (наиболее распространенные из них мукоеды, точильщики, хрушаки и др.) успешно размножаются даже в комбикормах (как рассыпных, так и гранулированных) с низкой влажностью и во всех участках насыпи. Единственный фактор, ограничивающий их развитие в комбикормах, — пониженная температура (ниже 10 °С). Защита комбикормов от попадания и развития в них вредителей — очень важное мероприятие, так как обеззараживание их чрезвычайно сложно, а иногда и невозможно.

Хранят комбикорма насыпью или в таре в сухих складах (относительная влажность воздуха в них обычно не превышает 70...75 %), без признаков заражения вредителями хлебных запасов. Высота насыпи при влажности комбикормов до 13 % не должна превышать 4, при большей — 2,5 м.

Кратковременное (во избежание слеживания) хранение комбикормов, как рассыпных, так и гранулированных, возможно и в силосах различного сечения высотой более 20 м.

В таре хранят как рассыпные, так и гранулированные корма. В качестве тары наиболее распространены крафт-мешки. На складах их укладывают в штабеля (как это делают и при

74. Сроки (сут) активного развития микроорганизмов в комбикормах в зависимости от их температуры и влажности

Влажность, %	Мучнистые			Гранулированные		
	Температура, °С					
	20	10	0	20	10	0
18	4	6	12	4	6	14
16	8	18	22	9	20	26
14,5	24	30	40	25	36	46
13	30	45	60	32	53	68
12	36	60	75	38	68	85

хранении муки), высота рядов не более 14. Продолжительность хранения не более 30 сут.

За состоянием комбикормов систематически наблюдают. Измеряют температуру в хранилище и в массе продукта, определяют его влажность и титруемую кислотность. Выявляют признаки заражения хранилища и продукта вредителями хлебных запасов. Не меньше внимания уделяют при хранении и всем видам сырья, используемого комбикормовыми заводами.

Новый способ консервирования комбикормов — хранение их и травяной муки в атмосфере азота, диоксида углерода, окиси углерода. Бескислородная среда значительно сокращает потери каротина и тормозит окислительные процессы.

Транспортируют комбикорма, как правило, в автомобилях (специальных или обычных).

Контрольные вопросы и задания. 1. Что такое комбикорма? 2. Назовите виды комбикормов. 3. Какова технология производства комбикормов? 4. В чем заключаются причины порчи и снижения качества комбикормов при хранении? 5. Как хранят комбикорма?

1. Международные стандарты ИСО по хранению сельскохозяйственных продуктов

- 873—80. Персики. Руководство по хранению на холоде.
931—80. Бананы зеленые. Руководство по хранению и транспортированию.
949—87. Капуста цветная. Руководство по холодильному хранению и транспортированию.
1134—80. Груши. Руководство по хранению на холоде.
1212—76. Яблоки. Руководство по хранению в холодильниках.
1673—78. Лук репчатый. Руководство по хранению.
1838—75. Ананасы свежие. Руководство по хранению и транспортированию.
2165—71. Картофель продовольственный. Руководство по хранению.
2166—81. Морковь. Руководство по хранению.
2167—81. Капуста кочанная. Руководство по хранению.
2168—74. Виноград столовый. Руководство по хранению на холоде.
2169—81. Продукты плодовоовощные. Физические условия хранения на холоде. Определения и измерения.
2295—74. Авокадо. Руководство по хранению и транспортированию.
2826—74. Абрикосы. Руководство по хранению в холодильнике.
3631—78. Плоды цитрусовые. Руководство по хранению.
3659—77. Фрукты и овощи. Созревание после хранения на холоде.
3959—77. Бананы зеленые. Условия созревания.
4112—79. Зерновые и бобовые. Измерение температуры зерна, хранящегося в силосах.
5524—77. Томаты. Руководство по хранению.
5525—80. Картофель. Хранение на открытом воздухе (в буртах).
6000—81. Капуста кочанная. Хранение на открытом воздухе (в буртах).
6322/1—81. Хранение зерновых и бобовых. Часть 1. Общие правила хранения зерновых.
6322/2—81. Хранение зерновых и бобовых. Часть 2. Основные требования.
6322/3—81. Хранение зерновых и бобовых. Часть 3. Борьба с позвоночными и беспозвоночными вредителями хлебных запасов.
6659—81. Перец сладкий. Руководство по холодильному хранению и транспортированию.
6660—80. Манго. Руководство по хранению.
6662—83. Сливы. Руководство по холодильному хранению.
6663—83. Чеснок. Руководство по холодильному хранению.
6664—83. Черника и голубика. Руководство по холодильному хранению.
6665—83. Земляника. Руководство по холодильному хранению.
6821—81. Томаты оранжевые. Руководство по холодильному транспортированию.
6822—84. Картофель, корнеплоды и кочанная капуста. Руководство по хранению в условиях активного вентилирования на постоянной буртовой площадке.
6882—81. Спаржа. Руководство по хранению и транспортированию в условиях охлаждения.
6949—88. Фрукты и овощи. Принципы и методы хранения в регулируемой газовой среде.

7558—88. Руководство по подготовке овощей и фруктов.

7560—83. Огурцы. Руководство по хранению и транспортированию в охлажденном состоянии.

7920—84. Черешня и вишня. Руководство по холодильному хранению и транспортированию.

7922—85. Лук-порей. Руководство по холодильному хранению и транспортированию.

8682—87. Яблоки. Хранение в условиях регулируемой газовой среды.

8683—88. Салат-латук. Руководство по предварительному охлаждению и транспортированию.

9376—88. Картофель ранних. Руководство по охлаждению и транспортированию.

2. Режимы хранения картофеля, овощей, плодов и винограда

Продукция	Температура, °С	Относительная влажность воздуха, %	Срок хранения, сут
<i>Продукция реализуемая, заготавливаемая и поставляемая</i>			
Продовольственный картофель, реализуемый в торговой сети	4...12	85...90	Не более 3
Капуста:			
белокочанная, реализуемая в торговой сети	0...10	85...90	» 2
то же	0	85...90	» 4
то же, заготавливаемая и поставляемая	—1...0	90...95	Для весенне-летней реализации
краснокочанная	—1...0	90...95	То же
цветная	0,5...0	85...95	80
»	6...8	85...95	До 10
Столовая морковь:			
реализуемая в торговой сети	0...10	85...90	Не более 3
то же	Свыше 10	85...90	» » 2
заготавливаемая и поставляемая	0...1	90...95	Для весенне-летней реализации
Столовая свекла:			
реализуемая в торговой сети	0...10	85...90	Не менее 3
то же	Свыше 10	85...90	» » 2
заготавливаемая и поставляемая	0...1	90...95	Для весенне-летней реализации
Репчатый лук:			
реализуемый в торговой сети	—3 ± 0,5	—	Дефростация 0 ± 0,5; реализация 10
заготавливаемый и поставляемый	—1...0,5	70...80	Для весенне-летней реализации
то же	—3 ± 0,5	70...80	То же
Томаты (по степени зрелости):			
молочные	11...13	85...90	Не более 28
бурые и розовые	1...2	85...90	» » 30
красные	0,5...1	85...90	Не более 14...28

Продукция	Температура, °С	Относительная влажность воздуха, %	Срок хранения, сут
Огурцы, выращенные в грунте:			
защищенном	10...14	85...95	» 15
открытом	7...10	85...95	» 15
Баклажаны	7...10	85...90	» 15
Сладкий перец	0...11	85...90	» 15
Виноград	1...2	90...95	—
<i>Продукция для хранения в холодильных камерах</i>			
Картофель	1...2	90...95	150...210
»	2...3	90...95	150...210
»	3...5	90...95	150...210
Капуста	0...1	90...95	120...210
Морковь	0...1	90...95	120...180
Яблоки	—1...4	90...95	60...210
Виноград	0...1	90...95	Не менее 120

- Примечания: 1. При хранении продукции в холодильниках сроки зависят от сорта.
2. Температурный режим для картофеля устанавливают в зависимости от сорта.

3. Нормы естественной убыли массы (%) зерна, продуктов его переработки, семян масличных культур и трав при хранении

Продукт	Срок хранения, мес	В складах		На приспособленных площадках и в сачетках
		насыпью	в таре	
Пшеница, рожь, ячмень, полба	3	0,07	0,04	0,12
	6	0,09	0,06	0,16
	12	0,12	0,09	—
Овес	3	0,09	0,05	0,15
	6	0,13	0,07	0,20
	12	0,17	0,09	—
Гречиха, рис-зерно	3	0,08	0,05	—
	6	0,11	0,07	—
	12	0,15	0,10	—
Просо, чумиза, сорго	3	0,11	0,06	0,14
	6	0,15	0,08	0,19
	12	0,19	0,10	—
Кукуруза: в зерне	3	0,13	0,07	0,18
	6	0,17	0,10	0,22
	12	0,21	0,13	—
в початках	3	0,25	—	0,45
	6	0,30	—	0,55
	12	0,45	—	0,70
Горох, чечевица, бобы, фасоль, вика, соя	3	0,07	0,04	—
	6	0,09	0,06	—
	12	0,12	0,08	—

Продукт	Срок хранения, мес	В складах		На приспособленных площадках и в сапетках
		насыпью	в таре	
Подсолнечник (семена)	3	0,19	0,11	0,24
	6	0,25	0,15	—
	12	0,30	0,20	—
Прочие масличные культуры	3	0,10	0,08	—
	6	0,13	0,11	—
	12	0,17	0,14	—
Крупа	3	—	0,04	—
	6	—	0,06	—
	12	—	0,09	—
Мука	3	—	0,05	—
	6	—	0,07	—
	12	—	0,10	—
Комбикорма	1	0,04	—	—
	За каждый последующий месяц	0,01	—	—
Отруби и мучка	3	0,20	0,12	—
	6	0,25	0,16	—
	12	0,35	0,20	—
Семена трав:				
клевер, люпин, донник, тимopheевка, мятлик луговой, полевица белая	3...6	—	0,14	—
житняк, пырей бескорневишный, овсяница красная	Свыше 6	—	0,22	—
эспарцет, сераделла	3...6	0,15	0,10	—
	Свыше 6	0,20	0,15	—
суданская трава	3...6	0,20	0,10	—
	Свыше 6	0,25	0,15	—
люпин	3...6	—	0,25	—
	Свыше 6	0,25	0,18	—
	Свыше 6	0,32	0,24	—

Примечания: 1. При сроке хранения зерна, продуктов его переработки и семян масличных культур до 3 мес нормы естественной убыли массы применяют из расчета фактического количества суток хранения; до 6 и до 12 мес — из расчета фактического числа месяцев хранения. 2. При хранении зерна, продуктов его переработки и семян масличных культур более 12 мес за каждый последующий год хранения норму естественной убыли массы устанавливают 0,04% с пересчетом, исходя из фактического числа месяцев хранения. 3. Норму естественной убыли массы семян трав, очищенных в электромагнитных машинах, увеличивают на 15%.

4. Нормы естественной убыли (% к массе) картофеля, овощей и плодов при длительном хранении в хранилищах и складах разного типа

Продукция	Способ хранения	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	
<i>Холодная зона</i>														
Картофель	С искусственным охлаждением	1,0	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
	Без искусственного охлаждения	1,3	0,9	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,9	1,1	1,8	2,0	2,5	
Свекла, редька, брюква, хрен, кольраби, пастернак	Бурты, траншеи	1,4	1,0	0,7	0,4	0,4	0,4	0,7	0,9	1,5	—	—	—	
	С искусственным охлаждением	1,5	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,8	0,9	0,9	—	—	
Морковь, петрушка, сельдерей, репа	Без искусственного охлаждения	1,7	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,8	1,1	1,9	—	—	
	Бурты и траншеи	1,5	1,0	0,7	0,6	0,3	0,3	0,6	0,9	2,0	—	—	—	
	С искусственным охлаждением	2,2	1,3	1,2	0,8	0,7	0,7	0,7	1,0	1,0	1,0	—	—	
	Без искусственного охлаждения	2,3	2,0	1,3	0,8	0,7	0,8	1,0	1,2	2,4	—	—	—	
	Бурты, траншеи	1,5	1,3	1,2	0,6	0,6	0,6	0,8	0,9	2,0	—	—	—	
	С переслойкой	1,2	1,0	0,6	0,4	0,3	0,4	0,4	0,6	1,2	—	—	—	
Капуста (бело- и краснокочанная, савойская, брюссельская):	среднеспелые сорта	—	3,3	2,4	1,1	2,5	2,7	—	—	—	—	—	—	
	позднеспелые сорта	Без искусственного охлаждения	—	3,3	1,8	1,0	2,0	2,5	—	—	—	—	—	
		Бурты, траншеи	—	2,3	1,3	1,0	1,0	1,0	1,3	1,3	1,8	1,8	—	—
		С искусственным охлаждением	—	2,8	2,1	1,0	1,0	1,2	1,3	1,5	—	—	—	—
		Без искусственного охлаждения	—	2,8	1,8	0,8	0,8	0,8	1,1	1,3	—	—	—	—
	Бурты, траншеи	—	2,8	1,8	0,8	0,8	0,8	1,1	1,3	—	—	—	—	

Лук (репчатый и выборок)	С искусственным ох- лаждением	0,8	0,7	
	Без искусственного ох- лаждения	1,7	1,2	
Чеснок	С искусственным ох- лаждением	1,6	1,0	
	Без искусственного ох- лаждения	3,0	2,0	
Тыква	То же	1,5	1,2	
Яблоки: осенние сорта	С искусственным ох- лаждением	1,2	0,8	
	Без искусственного ох- лаждения	2,0	1,2	
	зимние сорта	С искусственным ох- лаждением	1,0	0,4
		Без искусственного ох- лаждения	1,8	0,8
Груши	С искусственным ох- лаждением	1,0	0,8	
	Без искусственного ох- лаждения	2,0	1,6	
Виноград	С искусственным ох- лаждением	0,8	0,7	
<i>Теплота</i>				
Картофель	С искусственным ох- лаждением	1,6	1,0	
	Без искусственного ох- лаждения	1,8	1,6	
	Бурты, траншеи	—	1,0	
Свекла, редька, брюква, хрен, кольраби, пастер- нак	С искусственным ох- лаждением	1,6	1,1	
	Без искусственного ох- лаждения	2,0	1,3	
	Бурты, траншеи	—	1,5	

0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,8	1,1	1,2	1,5	1,5
1,1	0,6	0,6	0,6	0,6	1,0	1,7	—	—	2,5
0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,5	1,5	1,5	1,7
1,2	1,1	1,1	1,2	1,3	1,5	—	—	—	—
0,7	0,5	0,3	—	—	—	—	—	—	—
0,6	0,5	0,5	0,4	—	—	—	—	—	—
1,2	1,0	1,0	—	—	—	—	—	—	—
0,3	0,3	0,25	0,25	0,3	0,3	0,5	0,5	—	—
0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	—	—	—	—	—
0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	—	—	—
1,4	0,7	0,6	0,6	0,6	—	—	—	—	—
0,7	0,6	0,4	0,4	0,4	—	—	—	—	—

для зона

0,9	0,9	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,2	—
0,9	0,9	0,7	0,7	0,8	1,0	1,4	2,2	—	—
1,0	0,5	0,4	0,4	0,7	1,0	1,5	—	—	—
1,0	0,7	0,6	0,7	1,0	1,1	1,1	1,2	—	—
1,0	0,7	0,6	0,7	1,2	1,8	1,9	2,0	—	—
1,3	0,7	0,5	0,6	0,7	2,3	2,3	2,5	—	—

Продукция	Способ хранения	Сентябрь	Октябрь	
Капуста (бело- и краснокочанная, савойская, брюссельская):	среднепоздние сорта	Без искусственного охлаждения	3,3	2,4
	поздние сорта	Бурты, траншеи	3,3	1,8
		С искусственным охлаждением	—	3,5
		Без искусственного охлаждения, бурты, траншеи	—	3,8
Морковь, петрушка, сельдерей, репа	С искусственным охлаждением	2,3	1,8	
	Без искусственного охлаждения	2,5	2,2	
Лук (репчатый выборок)	С искусственным охлаждением	0,8	0,7	
	Без искусственного охлаждения	2,0	1,5	
Чеснок	С искусственным охлаждением	1,9	1,7	
	Без искусственного охлаждения	3,2	2,1	
Тыква	То же	1,5	1,2	
Яблоки:				
осенние сорта	Склады с искусственным охлаждением	1,2	0,8	
зимние сорта	То же	1,0	0,4	
Груши	»	1,0	0,8	
Виноград	»	0,8	0,7	

Продолжение

Но- ябрь	Де- кабрь	Ян- варь	Фев- раль	Март	Ап- рель	Май	Июнь	Июль	Ав- густ
1,1	2,5	2,7	—	—	—	—	—	—	—
1,0	2,0	2,5	—	—	—	—	—	—	—
2,3	1,8	1,3	1,6	2,0	—	—	—	—	—
3,5	2,0	1,4	1,4	2,1	—	—	—	—	—
1,3	0,8	0,7	1,3	1,4	1,6	1,8	1,9	—	—
1,3	0,8	0,7	1,3	1,6	2,3	2,5	—	—	—
0,6	0,5	0,5	0,5	1,0	1,3	1,6	1,6	1,8	1,8
1,3	0,7	0,6	0,7	1,1	1,6	2,0	—	—	3,0
1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,7	1,7	1,7	2,0
1,5	1,1	1,1	1,2	2,0	2,5	—	—	—	—
0,7	0,5	0,3	—	—	—	—	—	—	—
0,6	0,5	0,5	0,4	—	—	—	—	—	—
0,3	0,3	0,25	0,25	0,3	0,3	0,5	0,5	—	—
0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	—	—	—
0,7	0,6	0,4	0,4	0,4	—	—	—	—	—

Клюква	Склады и навесы (в таре без полиэтиленовых вкладышей)	1,4	1,4	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	—
	То же, с полиэтиленовыми вкладышами	0,8	0,8	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	—	—

Примечания: 1. При хранении корнеплодов в буртах с переслойкой песком естественную убыль не начисляют. 2. При хранении плодов в холодильных камерах с РГС естественную убыль начисляют по нормам, утвержденным для складов с охлаждением, с сокращением на 15 %. 3. При хранении картофеля, овощей и плодов в районах Крайнего Севера применяют нормы, установленные для складов без искусственного охлаждения в холодной зоне со следующими надбавками (%): для картофеля, свеклы, чеснока — 20; лука — 30; яблок — 40; для моркови и груш, начиная с декабря, соответственно — 30 и 40. 4. К теплой зоне отнесены: Азербайджан, Армения, Грузия, Казахстан (кроме Кокчетавской, Кустанайской, Павлодарской, Северо-Казахстанской и Целиноградской областей), Краснодарский край, Кыргызстан, Молдова, РСФСР (Дагестан, Северная Осетия, Чечено-Ингушетия, Краснодарский край), Таджикистан, Туркмения, Узбекистан, Украина (Крым, Николаевская, Одесская, Херсонская области). Холодная зона — остальная территория страны.

- Ауэрман Л. Я. Технология хлебопекарного производства. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
- Беренштейн И. Б., Ципруш Р. Я. Заготовки, транспортирование и хранение плодов. — М.: Агропромиздат, 1988.
- Бутковский В. А., Мельников Е. М. Технология мукомольного, крупяного и комбикормового производства. — М.: Агропромиздат, 1989.
- Волкинд И. Л. Промышленная технология хранения картофеля, овощей и плодов. — М.: Агропромиздат, 1989.
- Дементьева М. И. Болезни плодов, овощей и картофеля при хранении. — М.: Агропромиздат, 1988.
- Дьяченко В. С. Хранение картофеля, овощей и плодов. — М.: Агропромиздат, 1987.
- Егоров Г. А., Мельников Е. М., Максимчук Б. М. Технология муки, крупы и комбикормов. — М.: Колос, 1984.
- Жидко В. И., Резчиков В. А., Уколов В. С. Зерносушение и зерносушилки. — М.: Колос, 1982.
- Закладной Г. А. Защита зерна и продуктов его переработки от вредителей. — М.: Колос, 1983.
- Казаков Е. Д. Методы оценки качества зерна. — М.: Агропромиздат, 1987.
- Казаков Е. Д., Кретович В. Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки. — М.: Агропромиздат, 1989.
- Камышник Л. Д. Сушка и хранение семян подсолнечника. — М.: Агропромиздат, 1988.
- Карпов Б. А. Технология послеуборочной обработки и хранения зерна. — М.: Агропромиздат, 1987.
- Личко Н. М. Основы стандартизации продуктов растениеводства. — М.: Агропромиздат, 1988.
- Момот В. В., Балабанов В. В. Механизация процессов хранения и переработки плодов и овощей. — М.: Агропромиздат, 1988.
- Орлов Н. П. Производство, хранение и реализация солено-квашеных овощей и плодов. — Киев: Урожай, 1989.
- Скрипников Ю. Г. Прогрессивная технология хранения и переработки плодов и овощей. — М.: Агропромиздат, 1989.
- Сокол П. Ф., Нестерова Л. С. Хранение маточников овощных культур. — М.: Агропромиздат, 1989.
- Теленгатор М. А., Уколов В. С., Кузьмин И. И. Обработка и хранение семян. — М.: Колос, 1980.
- Технические культуры. /Под ред. Я. В. Губанова. — М.: Агропромиздат, 1986.
- Трисвятский Л. А., Мельник Б. Е. Технология приема, обработки, хранения зерна и продуктов его переработки. — М.: Колос, 1983.
- Трисвятский Л. А. Хранение зерна. — М.: Агропромиздат, 1986.
- Широков Е. П. Технология хранения и переработки плодов и овощей с основами стандартизации. — М.: Агропромиздат, 1988.
- Широков Е. П., Полегаев В. И. Хранение и переработка плодов и овощей. — М.: Агропромиздат, 1989.
- Франчук Е. П. Товарные качества плодов. — М.: Агропромиздат, 1986.

- Абиоз 41, 324, 325
Абсорбция 100
Авитаминоз 217
Агент сушки 139, 334
Адсорбция 100
Актиномицеты 94, 95
Алкоголеценоанабиоз 40
Альвеограф 88
Амилограф 90
Аммиак 396
Анабиоз 35
Аноксанабиоз 39, 257
Антибиотики 391
Афлатоксины 123
Ацидоанабиоз 39, 323
Ацидоценоанабиоз 40, 311
Аэрожелоба 169
Аэрозоли 175
Аэрозольгенераторы 175
- Бабочки 96
Бактерии 94, 245, 397
Бактериозы 60, 245
Бентонит 393
Биоз 34
Биоценоз плодов и овощей 219
Бланширование 309
Болезнь хлеба картофельная 120
Брезенты 161
Брожение маслянокислое 313
Бунты 160
Бурты и траншеи 276, 277
- Валоригграф 88
Варенье 327
Вермикулит 224
Витамины 53, 187, 217
Вкус 61
Влага капельножидкая 118, 122
— свободная 46
Влажность зерна 111
— комбикормов 396
— относительная 103
Вода в зерне 45
Воздух межзерновых пространств 93
Волокно льна техническое 364
Всхожесть зерна 77, 133
Выживаемость насекомых и клещей 127
Выполненность зерна 71
Выпечка хлеба 204
Выход хлеба 206
- Газация 42, 175, 301
Гамма-лучи 43, 241
Гемибноз 34
Герметизация объектов 155
Гигроскопичность зерна 46
Гипопус у клещей 121
Головня 69
Грибы плесневые 94, 121, 132, 397
Грунт 155
Грызуны 9, 174
Гумулон хмеля 375
- Дегустация 28
Дезинсекция влажная 174
— газовая 175
— картофеле-, овоще- и плодохрани-
лищ 42, 301, 302
— физико-механическая 174
Дезодорация 212
Дератизация 175, 303
Дефекация сока 357
Дефростация 225
Джем 328
Дигестия 345
Доброкачественность сока 356
Докедж 128
Долговечность продукта 11
Долгоносик 125
Дрожжи 94, 201, 393
Дунсты 186
Дыхание анаэробное 199, 226
— аэробное 109
— зерна 109
— овощей и плодов 226...229
- Жизнеспособность зерна и семян 77
Жиры 51
Жмыхи 392
Жом 361
Жуки 95
- Закваски 203
Замораживание плодоовощной продукции
331, 332
— сахарной свеклы 351
Запах 61
Зерновка гороховая 96
Зольность зерна и муки 47, 54, 182

Изоотермы сорбции и десорбции 104
Ингибиторы плесневых грибов 172
— роста 239, 240

Кагаты 347, 348
Калканы 175
Каротин 232, 391
Квашение и соленье 311...317
Кислота жирная (карбоновая) 42, 172
— масляная 172
— муравьиная 172
— олеиновая 52, 189
— уксусная 172
Кислотность зерна 62
Клейковина в зерне и муке 54, 78, 133, 189
Клещи 96, 125, 250
Клеровка соков 359
Клопы-черепашки 83
Комбикорма 390...393
Компоненты плодоовощной продукции 218, 219
Комплекс зерноперерабатывающий 395
Конденсация капиллярная 100
Консервы закусочные овощные 325
— натуральные плодоовощные 324, 325
Копчение 42
Костра 372
Коткование муки 200
Коэффициенты трения зерновой массы 98
Крахмал 49, 338...349
Криоанабиоз 36, 331, 332
Крупки 186
Ксантофил 53
Ксероанабиоз 36, 333

Липиды зерна 51
Лупулон хмеля 375
Лучи инфракрасные 43
— ультрафиолетовые 43

Макрокапилляры зерна 100
Маринование 322
Мезга 210, 329
Меланоидины 53
Меласса 359, 393, 394
Метабисульфит натрия 172
Мешки 175
Микозы зерна 60
Микотоксины 123, 393
Микрокапилляры зерна 100
Микроорганизмы мезофильные 121
Микрофлора зерна 118
— комбикормов 396, 397
— крупы 196
— льна 366
— муки 190
— овощей и плодов 218, 245
— сахарной свеклы 347

Мисцелла 211
Мочка льна комбинированная 370
— — теплая 369
— — холодная 367

Мука (костная, кровяная, мясная, рыбная) 392
Мукоед суринамский 95
Мятка 210

Наблюдение за мукой и крупой при хранении 190, 196
Навески для анализа 30
Наркоанабиоз 39
Насекомые 9, 62, 123, 250, 398
Натура зерна 70
Нематоды 249

Обугливание зерна 130
Опара 202
Осмоанабиоз 38, 326
Отлежка муки 189
Отпотевание 223
Отруби 182, 392
Отход абсолютный 304, 305
Отходы зерновые 182
Охлаждение зерновых масс (способы) 152
Очистка 161

Палочка картофельная 120
Патока белая 359
— зеленая 359
Перелопачивание зерновой массы 153
Период покоя 328
Пиросульфит натрия 42
Пленчатость зерна 74
Плесени полевые 94, 123, 397
— хранения 123, 245, 397
Плесневение муки и крупы 190
Площадка буртовая 285
Побеление муки при хранении 189
Повидло 328
Потери зерна 8...10
Потребность в плодах и овощах 217
Премиксы 391
Примеси 68, 104, 161, 162
Пробы 30
Прогнозирование лежкости 234, 247, 248
Прогоркание муки и крупы 190, 196
Проекты хранилищ типовые 291
Прокисание муки 190
Прораствание зерна 118
Просыпи 9
Процессы окислительные 190
Прочность механическая 221
Психроанабиоз 35, 257
Птицы 9
Пути сокращения потерь 256, 257
Пюре 328

Развариваемость крупы 196
Развитие самосогревания 131
Размещение зерна и семян 175
Распыл 10
Ратиндан 175
Рафинация масла 211
Режимы хранения айвы 271
— — арбузов и дыни 269
— — баклажанов 269
— — зеленных овощей 270
— — капусты 265
— — картофеля 260...264
— — корнеплодов 264, 265
— — лука 266, 267
— — персиков и абрикосов 272
— — перца сладкого 269

— — слив 271
— — томатов 268
— — тыквы 269
— — черешни и вишни 271
— — чеснока 268
— — яблоч и груш 270

Самосогревание вертикально-пластовое
135
— верховое 134
— зерновых масс 129
— картофеля, плодов и овощей 220,
225, 246
— муки 190
— низовое 134

Сатурация сока 357
Сахар желтый 359
Свежесть зерна 58
Сено 393, 394
Силосы из металла 159
Сквашенность зерновых масс 99
— плодов и овощей 220

Склады 137
Слеживание муки 190
Снегование 284
Совка зерновая 59
Созревание муки 189
— плодов и овощей 231...233, 235...237

Соки плодоовощные 328...331
Соломка льняная 365
Соль поваренная 38, 190, 393
Спорынья 69
Способы переработки плодов и овощей
306, 307
— хранения и размещения 274, 275
Стекловидность зерна 75
Стружка свекловичная 354
Субэпидермальная микрофлора зерна 97
Сульфитация 42, 323
Сульфат натрия 139
Сушка воздушно-солнечная 333
— зерновых масс 138
— искусственная 335
— сублимационная 336
— табака 384
— химическая 139

Сыпучесть зерновых масс 97
— плодов и овощей 220

Тара 161, 165, 224
Температуропроводность 105
Теплоемкость зерновых масс 105
Теплопроводность зерновых масс 105
Термовлагопроводность 106
Термостерилизация 41, 174
Термоанабиоз 35
Томление табака 388
Точильщик зерновой 95
Точка дыхания климатерическая 227, 236
Травмы зерна 9
Триходесма седая 188

Убыль естественная 302
Углеводы 49
Угол естественного откоса 98, 220
— трения 98, 220
Упек 205
Установка активного вентилирования 165
Утфель 358

Фаринограф 88
Ферменты зерна 53
Фильтрация сока 358
Фитоалексины 230
Фитогормоны 238

Хемосорбция 100
Хруст в муке 188
Хрущаки 95

Ценность продуктов 6
Ценоанабиоз 40

Черствение хлеба 205
Число жира кислотное 215
— падения 90

Шашки дымовые 175
Шишки хмеля 375
Шрот 392

Щуплость зерна 60, 68

Элеваторы 157
Энергия прорастания 77
Эубиоз 34

<i>Предисловие</i>	3
РАЗДЕЛ I. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ КУРСА	5
Г л а в а 1. Цель и задачи курса (<i>Л. А. Трисвятский</i>)	5
§ 1. Повышение качества продукции растениеводства	5
§ 2. Борьба с потерями при хранении продуктов	8
§ 3. Расширение производства товаров высокого качества	12
§ 4. Из истории развития курса и науки	13
Г л а в а 2. Нормирование и определение качества сельскохозяйственных продуктов (<i>Л. А. Трисвятский</i>)	17
§ 1. Задачи нормирования и система стандартизации	17
§ 2. Классификация и структура стандартов	20
§ 3. Кондиции	24
§ 4. Методы определения качества продуктов	26
Г л а в а 3. Научные принципы хранения продуктов (<i>Л. А. Трисвятский</i>)	30
§ 1. Факторы, влияющие на сохранность продуктов	30
§ 2. Принципы хранения продуктов	33
РАЗДЕЛ II. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К КАЧЕСТВУ ЗЕРНА	44
Г л а в а 4. Химический состав зерна и семян (<i>Л. А. Трисвятский</i>)	44
§ 1. Классификация зерна и семян по химическому составу	44
§ 2. Характеристика веществ, входящих в состав зерна и семян	45
§ 3. Распределение веществ по составным частям зерна и семян	54
Г л а в а 5. Общие показатели качества партий зерна и семян различных культур продовольственного, кормового и технического назначения (<i>Л. А. Трисвятский</i>)	56
§ 1. Классификация показателей качества и порядок проведения анализов	56
§ 2. Признаки свежести	58
§ 3. Зараженность и поврежденность вредителями хлебных запасов	62
§ 4. Влажность зерна и семян	63
§ 5. Засоренность (содержание примесей)	67
§ 6. Базисные и ограничительные кондиции	69
Г л а в а 6. Показатели качества зерна и семян (<i>Л. А. Трисвятский</i>)	70
§ 1. Натура	70
§ 2. Крупность и выравненность	73
§ 3. Пленчатость и содержание ядра	73
§ 4. Консистенция эндосперма	75
§ 5. Энергия прорастания и способность прорастания	77
Г л а в а 7. Мукомольная и хлебопекарная оценка зерна пшеницы и ржи (<i>Л. А. Трисвятский</i>)	77

§ 1. Хлебопекарные свойства зерна	77
§ 2. Состав и свойства клейковины	78
§ 3. Факторы, влияющие на количество и качество клейковины	82
§ 4. Характеристика сильных и ценных пшениц	85
§ 5. Методы выявления «силы» пшеницы	87
§ 6. Хлебопекарная оценка ржи	89
§ 7. Мукомольная оценка зерна	91
§ 8. Оценка макаронных достоинств	92

РАЗДЕЛ III. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ХРАНЕНИЯ СЕМЕННОГО, ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО И КОРМОВОГО ЗЕРНА 93

Глава 8. Характеристика зерновых масс как объектов хранения (Л. А. Трисвятский)	93
§ 1. Состав зерновой массы и характеристика ее компонентов	93
§ 2. Физические свойства зерновой массы	97
Глава 9. Физиологические процессы, происходящие в зерновых массах при хранении (Л. А. Трисвятский)	107
§ 1. Сроки хранения	107
§ 2. Жизнедеятельность зерна и семян	108
§ 3. Послеуборочное дозревание	115
§ 4. Прорастание зерна (семян) при хранении	118
§ 5. Жизнедеятельность микроорганизмов	118
§ 6. Жизнедеятельность насекомых и клещей	123
§ 7. Самосогревание зерновых масс	129
Глава 10. Режимы и способы хранения зерновых масс (Л. А. Трисвятский)	136
§ 1. Общая характеристика режимов	136
§ 2. Хранение зерна в сухом состоянии	137
§ 3. Сушка зерна и семян в зерносушилках	141
§ 4. Хранение зерна в охлажденном состоянии	150
§ 5. Хранение зерна без доступа воздуха	154
§ 6. Характеристика хранилищ	156
§ 7. Временное хранение зерна в бунтах и на площадках	160
Глава 11. Мероприятия, повышающие устойчивость зерновых масс при хранении (Л. А. Трисвятский)	161
§ 1. Очистка зерновых масс от примесей	161
§ 2. Активное вентилирование зерновых насыпей	164
§ 3. Химическое консервирование зерна	172
§ 4. Защита зерна от вредителей хлебных запасов	174
§ 5. Размещение зерна в хранилищах и наблюдение за ним	175
§ 6. Учет хранящихся фондов зерна	178

РАЗДЕЛ IV. ОСНОВЫ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА И МАСЛОСЕМЯН 180

Глава 12. Переработка зерна в муку (Л. А. Трисвятский)	180
§ 1. Выхода и сорта муки	180
§ 2. Виды помолов	182
§ 3. Технологический процесс на мукомольных заводах	184
§ 4. Оценка качества муки	187
§ 5. Хранение муки	189
Глава 13. Переработка зерна в крупы (Л. А. Трисвятский)	191
§ 1. Виды круп	191
§ 2. Способы выработки круп и схемы технологического процесса	192
§ 3. Оценка качества круп	195
§ 4. Хранение круп	196
Глава 14. Основы хлебопечения (Л. А. Трисвятский)	196
§ 1. Способы производства и ассортимент печеного хлеба	196

§ 2. Технологический процесс приготовления хлебобулочных изделий	199
§ 3. Типы хлебопекарных предприятий	206
§ 4. Оценка качества хлебобулочных изделий	208
Глава 15. Основы производства растительного масла из семян масличных культур (Б. В. Лесик)	208
§ 1. Способы получения растительного масла	208
§ 2. Производство растительного масла в сельском хозяйстве	213
§ 3. Оценка качества растительного масла	214
§ 4. Отходы производства растительного масла и их использование	216
РАЗДЕЛ V. ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА КАРТОФЕЛЯ, ОВОЩЕЙ И ПЛОДОВ	217
Глава 16. Основы хранения картофеля, овощей и плодов (В. Н. Курдина)	217
§ 1. Картофель, овощи и плоды как объект хранения	217
§ 2. Физические свойства картофеля, овощей и плодов	220
§ 3. Физиологические и биохимические процессы, происходящие в картофеле, овощах и плодах при хранении	226
§ 4. Микробиологические процессы, происходящие при хранении картофеля, овощей и плодов	245
§ 5. Влияние насекомых, клещей и нематод на сохранность картофеля, овощей и плодов	249
§ 6. Факторы, влияющие на качество и лежкость картофеля, овощей и плодов	251
§ 7. Режимы хранения картофеля, овощей и плодов	257
§ 8. Способы хранения и размещения продукции	274
§ 9. Хранение картофеля и овощей в буртах и траншеях	276
§ 10. Хранение картофеля, овощей, плодов и ягод в стационарных хранилищах	286
§ 11. Хранение овощей и плодов в газовых средах	294
§ 12. Подготовка хранилищ к приему нового урожая	301
§ 13. Учет продукции, заложенной на хранение	303
Глава 17. Переработка картофеля, овощей и плодов (В. Н. Курдина)	306
§ 1. Классификация способов переработки	306
§ 2. Факторы, влияющие на качество продуктов	307
§ 3. Приготовление квашеных и соленых продуктов	311
§ 4. Маринование и химическое консервирование продуктов	322
§ 5. Консервирование в герметически укупоренной таре	324
§ 6. Консервирование сахаром	326
§ 7. Производство соков	328
§ 8. Замораживание	331
§ 9. Сушка	333
§ 10. Технология производства крахмала	337
РАЗДЕЛ VI. ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ	342
Глава 18. Хранение сахарной свеклы (Б. В. Лесик)	342
§ 1. Химический состав корнеплодов	342
§ 2. Технологические требования к корнеплодам	344
§ 3. Процессы, происходящие в корнеплодах при хранении	346
§ 4. Хранение сахарной свеклы в свежем виде	347
§ 5. Хранение сахарной свеклы в замороженном состоянии	351
§ 6. Хранение маточников	351
§ 7. Хранение кормовой сахарной свеклы	352
Глава 19. Основы свеклосахарного производства (Б. В. Лесик)	354
§ 1. Краткая схема технологического процесса переработки сахарной свеклы в сахарный песок	354

§ 2. Производство сахара-рафинада	360
§ 3. Отходы свеклосахарного производства и их использование	361
РАЗДЕЛ VII. КАЧЕСТВО, ХРАНЕНИЕ И ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО СЫРЬЯ	362
Глава 20. Первичная обработка лубяных культур (Б. В. Лесик)	362
§ 1. Общая характеристика лубяных волокон	362
§ 2. Способы приготовления тресты	365
§ 3. Сушка тресты	370
§ 4. Хранение соломы и тресты	371
§ 5. Обработка тресты	372
§ 6. Нормирование и оценка качества соломы, тресты и волокна	373
Глава 21. Основы первичной обработки и хранения хмеля (Б. В. Лесик)	375
§ 1. Свойства и химический состав шишек хмеля	375
§ 2. Первичная обработка и хранение хмеля	376
§ 3. Товарная классификация и требования, предъявляемые к качеству хмеля при закупках	380
Глава 22. Хранение и первичная обработка табака и махорки (Б. В. Лесик)	381
§ 1. Требования, предъявляемые к качеству сырья	381
§ 2. Первичная обработка табака и махорки	384
§ 3. Ферментация табака и махорки	388
§ 4. Заготовка сырья для получения никотина и других препаратов	389
Глава 23. Основы производства комбикормов (Л. А. Трисвяцкий)	390
§ 1. Краткая характеристика комбикормов	390
§ 2. Технология производства комбикормов	393
§ 3. Хранение сырья и комбикормов	396
<i>Приложения</i>	400
<i>Литература</i>	408
<i>Предметный указатель</i>	409