







ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Допущено Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по агрономическому образованию в качестве учебника для подготовки бакалавров, обучающихся по направлению 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции»

Санкт-Петербург
ГИОРД
2018

УДК 664:633/635(075)

ББК 65.304.25я7

Т38

Авторы: В. И. Манжесов, Т. Н. Тертычная, С. В. Калашникова,
И. В. Максимов, И. А. Попов, Д. С. Щедрин, С. Ю. Чурикова

Рецензенты: Ю. Г. Скрипников — д-р с.-х. наук, профессор каф.
технологии хранения и переработки продукции
растениеводства Мичуринского государственного
аграрного университета;

В. А. Назаров — д-р с.-х. наук, профессор каф. химии,
агротехнологии и почвоведения Саратовского государственного
аграрного университета имени Н. И. Вавилова;

А. Л. Лукин — д-р с.-х. наук, профессор,
зав. каф. ботаники, защиты растений, биохимии
и микробиологии ФГБОУ ВПО Воронежского
государственного аграрного университета
имени императора Петра I

Технология хранения продукции растениеводства : учебник / В. И. Манжесов, Т. Н. Тертычная, С. В. Калашникова [и др.] ; под общ. ред. В. И. Манжесова. — СПб. : ГИОРД, 2018. — 464 с. : ил.

ISBN 978-5-98879-188-1

В учебнике с учетом передового отечественного и зарубежного опыта рассмотрены отдельные вопросы нормирования качества растениеводческой продукции, приведены сведения о процессах, протекающих в зерновых массах, картофеле, овощах, плодах, лубяных культурах и табачном сырье в период хранения, изложены теоретические основы хранения растениеводческой продукции, режимы и способы хранения зерновых масс и сочных растительных объектов, рассмотрены вопросы охраны окружающей среды и использования отходов производства.

Издание предназначено для подготовки бакалавров по направлению 35.03.07, а также для аспирантов и специалистов агропромышленного комплекса.



УДК 664:633/635(075)

ББК 65.304.25я7

ISBN 978-5-98879-188-1

© ООО «Издательство “ГИОРД”», 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ



Предисловие	15
Список сокращений	16
Глава 1. Значение курса «Технология хранения продукции растениеводства»	17
Задача курса, его содержание и значение для народного хозяйства	17
Современное состояние хранения растениеводческой продукции	20
История курса «Технология хранения продукции растениеводства»	23
<i>Контрольные вопросы</i>	27
Глава 2. Основные факторы, влияющие на качество сельскохозяйственной продукции. Виды потерь продукции растениеводства при хранении	28
Термины и определения качества	28
Разновидности контроля и методов определения показателей	29
Факторы, влияющие на качество сельскохозяйственной продукции при выращивании и хранении	31
Потери продукта в массе и в качестве	36
<i>Контрольные вопросы</i>	38
Глава 3. Нормирование показателей качества растениеводческой продукции	39
Нормирование показателей качества зерна и семян зерновых, зернобобовых, масличных и эфиромасличных культур	39

Нормирование показателей качества сочной растительной продукции	46
Требования, предъявляемые к качеству заготавливаемых кормов	51
<i>Контрольные вопросы</i>	52
Глава 4. Научные принципы хранения сельскохозяйственных продуктов	53
Принцип биоза	54
Принцип анабиоза	55
Принцип ценоанабиоза	61
Принцип абиоза	62
<i>Контрольные вопросы</i>	64
Глава 5. Физические свойства зерновых масс и зерновых продуктов	65
Физические свойства зерновых масс	65
Физические свойства муки и крупы	75
<i>Контрольные вопросы</i>	76
Глава 6. Химический состав зерна применительно к хранению и переработке	77
Строение и химический состав зерна различных культур	77
Количественные и качественные изменения веществ при созревании зерна	89
<i>Контрольные вопросы</i>	90
Глава 7. Физиологические процессы, протекающие в зерне и семенах при хранении	91
Долговечность зерна и семян при хранении	91
Дыхание зерна	92
Послеуборочное дозревание зерна	96

Прорастание зерна	98
Самосогревание зерновых масс при хранении	98
Слеживание зерновых масс	101
<i>Контрольные вопросы</i>	102
Глава 8. Микрофлора зерна. Меры борьбы с болезнями при хранении.	103
Характеристика микрофлоры зерновых масс	103
Влияние условий хранения на развитие микроорганизмов	107
Воздействие микроорганизмов на зерновую массу	112
Меры борьбы с микроорганизмами при хранении зерна	113
<i>Контрольные вопросы</i>	114
Глава 9. Вредители хлебных запасов и меры борьбы с ними	116
Общая характеристика вредителей хлебных запасов	116
Влияние условий окружающей среды на жизнедеятельность вредителей хлебных запасов	124
Меры борьбы с вредителями хлебных запасов	126
<i>Контрольные вопросы</i>	129
Глава 10. Режимы и способы хранения зерновых масс	130
Общие основы режимов хранения	130
Хранение зерновых масс в сухом состоянии	131
Хранение зерна в охлажденном состоянии	132
Хранение зерна без доступа воздуха	135
Химическое консервирование зерна	136
Классификация и техническая характеристика способов хранения зерна	138
<i>Контрольные вопросы</i>	140

Глава 11. Послеуборочная подготовка и хранение партий зерна продовольственного и фуражного назначения	141
Задачи в области хранения зерна	141
Приемка и послеуборочная обработка партий зерна	143
Обработка зерна в потоке	146
Наблюдение за зерновыми массами при хранении	149
Контроль температуры зерна	150
Измерение влажности зерна	153
Контроль параметров, определяющих качество зерна	155
Отпуск зерна, учет его количества и качества	157
<i>Контрольные вопросы</i>	160
Глава 12. Очистка и сушка зерновых масс	161
Очистка партий зерна и семян от различных примесей	161
Классификация зерноочистительных машин	162
Сушка зерна	165
Классификация зерносушилок	168
Режимы сушки зерна и семян	170
Контроль сушки зерна	172
<i>Контрольные вопросы</i>	174
Глава 13. Активное вентилирование зерна	175
Виды активного вентилирования зерна	175
Технология активного вентилирования зерна	176
Режимы активного вентилирования	181
Техника вентилирования зерна	183
<i>Контрольные вопросы</i>	188
Глава 14. Зернохранилища	189
Классификация зернохранилищ и предъявляемые к ним требования	189

Типовые зернохранилища сельскохозяйственных предприятий	193
Государственные зернохранилища	196
Подготовка хранилищ к приемке зерна нового урожая	200
<i>Контрольные вопросы</i>	201
Глава 15. Особенности приемки, размещения, хранения и обработки семенного зерна	202
Причины снижения посевных качеств семян при хранении	202
Приемка свежесобраных семян	204
Размещение и хранение семян	205
Обработка семенного зерна	209
Контроль качества семян при хранении	210
<i>Контрольные вопросы</i>	212
Глава 16. Дефектное зерно, его хранение и использование	213
Дефекты зерна, вызванные неблагоприятными погодными условиями в период вегетации	213
Зерно, поврежденное вредителями и микроорганизмами	218
Порча зерна в процессе его подработки	223
<i>Контрольные вопросы</i>	224
Глава 17. Мука и крупа. Их хранение и качество	225
Общая характеристика процессов, происходящих в муке	225
Созревание пшеничной муки	225
Прогоркание муки	228
Плесневение муки	229
Уплотнение и слеживание муки	230
Процессы, происходящие в крупах	230
Способы хранения муки и круп	232

Мероприятия, обеспечивающие сохранность качества муки и крупы	233
Контроль за качеством муки и крупы	235
<i>Контрольные вопросы</i>	236
Глава 18. Теоретические основы хранения плодоовощной продукции	237
Биологические основы лежкости	237
Устойчивость плодов и овощей к неблагоприятным воздействиям окружающей среды при хранении	241
Влияние условий выращивания на качество и сохраняемость плодов и овощей	242
<i>Контрольные вопросы</i>	248
Глава 19. Физические свойства и химический состав плодов и овощей	249
Физические и теплофизические свойства плодов и овощей	249
Влияние микроорганизмов на сохранность сочной продукции	251
Состав и превращение веществ, содержащихся в плодах и овощах	253
<i>Контрольные вопросы</i>	262
Глава 20. Методы хранения плодов и овощей. Полевое хранение	263
Виды тары и способы упаковки плодов и овощей	263
Полевое хранение овощей: типовые бурты и траншеи; модифицированные бурты и траншеи	265
<i>Контрольные вопросы</i>	273
Глава 21. Хранение плодов и овощей в стационарных хранилищах	275
Общая характеристика хранилищ	275

Хранение продукции в условиях активного вентилирования . . .	280
Хранение продукции в измененной газовой среде и при пониженном давлении	283
<i>Контрольные вопросы</i>	288
Глава 22. Охлаждение и хранение плодоовощной продукции в охлажденном состоянии	290
Характеристика способов охлаждения	290
Предварительное охлаждение плодоовощной продукции	294
Замораживание и хранение продукции в замороженном состоянии	295
Изменение состава, свойств при хранении замороженных плодов и овощей	296
Потери плодоовощной продукции при хранении	297
Подготовка хранилищ к приемке нового урожая	299
<i>Контрольные вопросы</i>	301
Глава 23. Хранилища-холодильники	302
Типовые проекты холодильников и их конструктивные особенности	302
Способы охлаждения камер	304
Способы увлажнения воздуха в камерах холодильников.	307
Холодильники с регулируемой газовой средой	308
<i>Контрольные вопросы</i>	312
Глава 24. Товарная обработка плодоовощной продукции. Технология хранения картофеля и отдельных видов овощей	313
Виды и способы товарной обработки плодов и овощей.	313
Хранение картофеля.	318
Хранение капусты.	323
Хранение корнеплодов	325

Хранение лука и чеснока	328
Хранение плодовых овощей	330
Хранение зеленных овощей	336
<i>Контрольные вопросы</i>	337
Глава 25. Технология хранения и переработки корнеплодов сахарной свеклы	338
Химический состав корнеплодов сахарной свеклы	338
Технология хранения корнеплодов сахарной свеклы	341
Потери массы и сахара при транспортировке, хранении и переработке.	347
Технология получения сахара из свеклы.	352
<i>Контрольные вопросы</i>	359
Глава 26. Хранение отдельных видов плодов и ягод	360
Хранение яблок	360
Хранение груш	365
Хранение косточковых плодов	369
Технология хранения ягод	374
Хранение плодов цитрусовых культур.	381
<i>Контрольные вопросы</i>	385
Глава 27. Хранение лубяных культур	386
Характеристика лубяных растений	386
Уборка льна и конопли	387
Показатели качества и первичная обработка конопли	389
Первичная переработка льна	391
Хранение соломы и тресты.	392
<i>Контрольные вопросы</i>	392

Глава 28. Хранение и послеуборочная обработка табачного сырья	394
Ботаническая и биологическая характеристика табачного сырья	394
Уборка и послеуборочная обработка табака	398
Хранение табака и табачных изделий	401
<i>Контрольные вопросы.</i>	402
Глава 29. Естественная и фактическая убыль массы при хранении растениеводческой продукции	403
Учет количества и качества картофеля, плодов и овощей	403
Количественно-качественный учет зерна при хранении.	405
<i>Контрольные вопросы.</i>	408
Глава 30. Меры борьбы с потерями при хранении растениеводческой продукции	409
Влияние сортовых особенностей зерна, плодов и овощей на их сохраняемость	409
Рациональные технологии уборки и хранения растениеводческой продукции	412
Послеуборочная обработка растениеводческой продукции	421
Применение химических препаратов на маточниках овощных культур и семенном картофеле	425
<i>Контрольные вопросы.</i>	429
Глава 31. Использование отходов хранения. Охрана окружающей среды	430
Виды отходов зерновой массы и плодоовощной продукции	430
Использование отходов хранения и нестандартной продукции растениеводства	432
Охрана окружающей среды при хранении растениеводческой продукции	436
<i>Контрольные вопросы</i>	438

Приложения	439
Приложение 1. Нормы естественной убыли при хранении зерна, продуктов его переработки, семян масличных культур и трав	439
Приложение 2. Режимы сушки продовольственного зерна	441
Приложение 3. Режимы сушки семенного зерна на шахтных зерносушилках	442
Приложение 4. Размеры буртов и траншей в зависимости от климатической зоны и вида продукции	444
Приложение 5. Укрытия для буртов и траншей и их примерная толщина	445
Приложение 6. Нормы естественной убыли картофеля, овощей и плодов при длительном хранении в хранилищах и складах	446
Словарь употребляемых терминов	451
Библиографический список	459



ПРЕДИСЛОВИЕ



Сезонный характер производства растительной сельскохозяйственной продукции — сырья для перерабатывающей промышленности — обуславливает в качестве первостепенной проблему ее сохранения.

В учебнике главное внимание уделено изучению различной растительной продукции как объектов хранения, закономерностям количественных и качественных изменений, происходящих в ней при хранении, рассмотрено влияние на эти процессы биотехнических и абиотических факторов внешней среды, современных технологических приемов, позволяющих сохранять продукцию с минимальными количественными и качественными потерями и наименьшими экономическими потерями.

Настоящий учебник состоит из 31 главы, в которых освещены вопросы общих принципов хранения растениеводческой продукции, теории и практики хранения семенных, продовольственных и фуражных фондов зерна, а также хранения картофеля, овощей, плодов, ягод, лубяных культур и табачного сырья.



СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ



- ВОЗ — Всемирная организация здравоохранения
- в. р. — водный раствор
- ГМК — гидразид малеиновой кислоты
- ГТК — гидротермический коэффициент
- д. в. — действующее вещество
- ДК — дыхательный коэффициент
- МГС — модифицированная газовая среда
- ОВВ — относительная влажность воздуха
- ПДК — предельно допустимые концентрации
- ПСП — приемно-сортировальный пункт
- РГС — регулируемая газовая среда
- р. п. — растворимый порошок
- с. п. — смачивающий порошок
- ЦЧР — Центрально-Черноземный регион



Глава 1.

ЗНАЧЕНИЕ КУРСА «ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА»

Задача курса, его содержание и значение для народного хозяйства

Сохранение и рациональное использование всего выращенного урожая и получение максимума изделий из сырья является одной из основных государственных задач. Важнейший источник пополнения продовольственного фонда — сокращение потерь растениеводческой продукции при уборке, транспортировке, хранении и переработке. Судите сами: стоит ли стремиться к более интенсивному производству, если при уже достигнутом уровне не обеспечивается должное сохранение и использование продукции? Если почти половина выращенного урожая не доходит до потребителя в качественном состоянии, то оправданно ли стремление восполнить создающийся дефицит продукции дальнейшим увеличением ее производства?

В области хранения растениеводческой продукции скрыты огромные резервы. Прибавка в ресурсах потребления может составить до 20 %, а по некоторым видам продукции и до 30 %. При этом затраты на устранение потерь растениеводческой продукции значительно ниже, чем на ее выращивание. По самым скромным подсчетам, получение прироста продукта за счет сохранения урожая стоит в 2...3 раза дешевле, чем дополнительное производство того же объема продукции.

Актуальность этого очевидна применительно как к сельскому хозяйству нашей страны, так и к отраслям, перерабатывающим растениеводческую продукцию. Накопленных знаний, опыта и материальных возможностей вполне достаточно, чтобы устранить имеющиеся потери продукции. Для этого необходимы лишь понимание условий сохранности продукта, усвоение правил хранения продукции и требование их выполнения, наличие должной квалификации и организованности. Сейчас уже ясно, что причины основных неудач с использованием урожая кроются в неудовлетворительной его консервации, переработке и хранении.

Успех любого технического приема, применяемого при хранении и переработке продукции, зависит от того, насколько этот прием соответствует свойствам и особенности продукта, как точно соблюдены правила его проведения, насколько учтены местные условия. В каждом конкретном случае специалист должен, исходя из свойств продукта, конкретной ситуации и экономического расчета, выбрать наиболее эффективный способ обработки и хранения. Это элементарные требования. Однако слишком часто пренебрежение ими, механическое распространение так называемого опыта приводит к печальным результатам. Подтверждением этому служит наша действительность, когда 20...30 % выращенной продукции теряется при хранении, то есть значительная доля продукции не доходит до потребителя.

Нельзя не отметить и то, что овладение технологией сохранения урожая требует хорошей эрудиции, агрономических и инженерных знаний. Сейчас назрела явная необходимость целенаправленной и тщательной подготовки специалистов для этой специфичной и крайне ответственной отрасли. В то же время овладение методами технологии хранения позволяет специалисту так организовать первичную обработку, хранение и переработку сельскохозяйственных продуктов, чтобы не только не было потерь, но и увеличивался выход готовых продуктов, улучшались их вкусовые и питательные свойства.

Особенность дисциплины «Технология хранения продукции растениеводства» состоит в том, что она главной задачей ставит предупреждение и устранение потерь сырья и получаемой из него продукции в отношении как ее качества, так и количества. Эта технология учит бережливому использованию сельскохозяйственного сырья, такой его обработке, при которой всякий отход превращается в продукт высокой ценности и используется для дальнейшего увеличения производительности труда. Технология хранения сельскохозяйственных продуктов оказывает большое влияние на другие отрасли народного хозяйства. В истории имеется немало примеров, когда способ первичной обработки, не говоря уже о переработке и реализации продукции, оказывал решающее влияние на рост площадей под той или иной культурой. Например, площади под зерновыми культурами в помещичьих хозяйствах России XVII... XIX вв. стали резко увеличиваться в связи с внедрением веяльной машины Андрея Нартова, которая вызвала целую революцию в первичной обработке зерна того времени, когда провеивание (отделение сора) производилось на ветру с помощью лопаты.

Без преувеличения можно сказать, что развитие технологии хранения продуктов является одним из источников роста продуктивности сельскохозяйственного производства. Знание основ этой дисциплины

и ее современных методов позволит специалисту совершенствовать сами растения, способы их возделывания и переработки в направлении повышенной урожайности, выхода готовой продукции и накопления наиболее ценных веществ в соответствии с требованиями к качеству продуктов.

Сельское хозяйство производит основные пищевые продукты, а также сырье для пищевой и многих отраслей легкой промышленности, которая выпускает товары народного потребления. От количества и качества пищевых продуктов, разнообразия их ассортимента во многом зависят здоровье, работоспособность и настроение людей. Поэтому создание в стране достаточного количества сельскохозяйственных продуктов высокого качества — одно из условий стабильности и благосостояния общества. В 2006 г. производство зерна в России составило (в млн т): 76,8, в том числе пшеницы — 45, ржи — 3,0, кукурузы на зерно — 3,7, ячменя — 18,2, овса — 4,9, проса — 0,6, гречихи — 0,86, риса — 0,68, зернобобовых — 1,8. В стране в 2006 г. произведено значительное количество (в млн т): картофеля — 38,6; овощных и бахчевых культур — 15,6; плодов и ягод — 3,4; валовой сбор сахарной свеклы составил 30,9 млн т, подсолнечника — 6,8 млн т.

В то же время, наряду с задачей увеличения производства сельскохозяйственных продуктов, остро стоит вопрос о повышении их качества и соответствующих экономических стимулов при продаже высококачественной продукции. Однако руководители хозяйств и перерабатывающих предприятий, специалисты далеко не всегда используют возможности для роста доходов за счет повышения качества продукции. Более того, нередко из-за неумелого обращения с продуктом во время уборки урожая и в послеуборочный период происходит снижение его качества.

По данным ГУ НИИ питания Российской академии медицинских наук, рекомендуемая норма потребления основных продуктов питания на душу населения определена на 2005...2010 гг. в следующих размерах (в кг): хлеб и хлебопродукты — 107, молоко и молокопродукты (в пересчете на молоко) — 404, мясо и мясопродукты — 83, рыба — 23,7, растительное масло — 13,6, фрукты и ягоды — 76, овощи и бахчевые — 145, картофель — 120, сахар — 40,7, а также яйцо — 298 шт.

Производителям сельскохозяйственного пищевого сырья и 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 и т. д.), а также вкусовые достоинства продуктов и их энергетическую

ценность. Пищевая ценность продукта тем выше, чем в большей степени он удовлетворяет потребности организма в пищевых веществах, а также чем в большей степени его химический состав соответствует формуле сбалансированного питания, разработанной учеными в области физиологии питания. Полное представление о пищевой ценности продукта можно получить не только по энергетической ценности (способности высвобождать энергию в процессе окисления в организме, которая оценивается в кДж/г: белки — 16,7; жиры — 37,7; углеводы — 15,7), но также зная, какая его часть попадает в пищу. Для представления об этом имеются данные о так называемой съедобной части продукта, то есть той части, которая может быть употреблена в пищу. Так, например, хлеб печеный, отвечающий требованиям стандарта, несъедобной части не имеет, он съедобен на 100%. Клубни же картофеля, требующие холодной кулинарной обработки (то есть удаления кожуры), имеют съедобную часть, равную 72%, капуста белокочанная — 80% и т. д.

Современное состояние хранения растениеводческой продукции

Исторически, в силу условий, в которых находилась Россия, обстоятельства сложились так, что на первое место всегда ставились количественные оценки. Количественная сторона для нас остается важной и теперь. Но она должна дополняться показателями, относящимися к качеству продукции. В высоком качестве продукции заинтересованы все: и продавец, и потребитель. Повышение качества продукции существенно влияет на экономическую эффективность каждого производства, на развитие экономики страны в целом. Современный технический прогресс во всех отраслях народного хозяйства, в том числе промышленности, перерабатывающей сельскохозяйственное сырье, в системе заготовок в сельском хозяйстве обуславливает необходимость производства продукции только высокого качества. Нельзя из плохого сырья выработать продукцию высокого качества. Кроме того, хотя количественная сторона и остается на первом месте, спрос на продукцию высокого качества повышается. Это одна из черт рыночных отношений. Следует также сказать, что качество продукции создается в сфере производства, а в сфере реализации (заготовительной системе) оно должно не только полностью сохраняться, но и повышаться. Например, качество зерна, принимаемое хлебопекарными предприятиями, при подработке (очистке и сушке) улучшается. Это должно происходить и с овощами, фруктами, картофелем, сахарной свеклой и т. д.

Однако при этом надо помнить о том, что на качество продукции влияет очень сложный комплекс факторов (природных, почвенных, производственных, технических, технологических, экономических).

Сельскохозяйственное производство — это одна из сложнейших отраслей материального производства. К тому же, в отличие от промышленности, у него есть очень важные особенности:

- оно зависит от природных и климатических условий;
- земля здесь выступает как предмет труда и основное средство производства;
- техника многообразна, и ее используют, как правило, при передвижении.

Этот сложный комплекс особенностей и влияет на качество сельскохозяйственной продукции. На качество продуктов существенно влияет и промышленность, производящая средства производства для сельского хозяйства: тракторное, сельскохозяйственное машиностроение, химическая отрасль, промышленность по переработке сельскохозяйственной продукции. Сфера обмена также оказывает влияние на качество. Материально-техническая база заготовительной системы развивается сравнительно быстро, но пока еще отстает от современных требований. Необходимо совершенствовать и организационные формы реализации продукции.

Проблема повышения качества сельскохозяйственной продукции — проблема комплексная и очень сложная. В ее решении участвуют многие отрасли народного хозяйства. Особенно велика в этом роль науки (биологии, селекции, семеноводства, генетики, агрономии, экономики).

Круглогодичное обеспечение населения страны высококачественной растениеводческой продукцией, а перерабатывающей промышленности — хорошим сырьем — важная народнохозяйственная задача. Потребление растениеводческой продукции растет с каждым годом, расширяется ее ассортимент. Однако равномерное поступление этой продукции по сезонам года возможно лишь в условиях хорошо налаженной системы ее длительного хранения в свежем виде, а также при консервировании. Из этого вытекают основные задачи, которые стоят перед отраслью хранения растениеводческой продукции:

1. Сохранение продукции без потерь в массе или с минимальными потерями.
2. Сохранение продукции без ухудшения качества, повышение качества зерновых продуктов.
3. Сокращение затрат труда и средств на единицу массы продукции при наилучшем сохранении ее количества и качества.

Растительная продукция представляет собой живую биологическую систему, в которой протекают разнообразные физиолого-биохимические процессы; их интенсивность зависит от условий хранения.

На растительную продукцию отрицательно воздействуют микроорганизмы, а также разнообразные вредители хлебных запасов. Активное их развитие сопровождается снижением качества продукции. Ухудшается также гигиеническое состояние зерна, плодов и овощей, так как продукты жизнедеятельности некоторых вредителей обладают токсическим действием на организм человека и животных. Все это обуславливает необходимость защиты растительной продукции от активного воздействия микроорганизмов и вредителей.

Природа потерь количества и качества растительной продукции при хранении хорошо изучена. В настоящее время известно и то, что лишь некоторые потери являются неизбежными, например расход сухого вещества при дыхании зерна и плодоовощной продукции во время хранения или неучтенный распыл вследствие выделения из зерновой массы органических частиц. Однако эти потери при рациональной организации хранения незначительны и могут быть количественно определены на основе норм естественной убыли.

Причинами потерь при неправильном хранении продукции могут быть просыпи, уничтожение ее грызунами, птицами, микроорганизмами, а также самосогревание и прорастание.

Следует помнить и то, что потери, обусловленные ухудшением качества хранящейся продукции, приводят и к количественным потерям. Так, в результате снижения всхожести семян при хранении увеличивается норма высева. Потеря зерном признаков свежести (цвет, запах, вкус) ухудшает качество вырабатываемых из него продуктов (муки, крупы, хлеба и др.). В некоторых случаях зерно становится даже непригодным к использованию на пищевые цели. Механическое травмирование зерна и сочной (картофель, овощи) продукции на разных этапах работы с ними (уборка, послеуборочная обработка, транспортирование и т. п.) может быть причиной потерь при хранении.

В мировом хозяйстве все еще велики количественные и качественные потери продуктов при хранении. По данным Международного института холода, ежегодно теряется 20...30 % всех производимых в мире продуктов питания, что составляет около 1 млрд т. Только соблюдение научно обоснованных режимов послеуборочной обработки и хранения растительной продукции, организация тщательного контроля, а также бережное обращение с продукцией позволит предотвратить ее потери при хранении.

Как видно из всего сказанного, курс «Технология хранения продукции растениеводства» охватывает большой круг вопросов, изучение

которых поможет будущим специалистам повышать качество продуктов растениеводства, эффективно вести борьбу с потерями этих продуктов при хранении, обработке и переработке.

История курса «Технология хранения продукции растениеводства»

Теперь о возникновении такой сферы деятельности людей, как хранение продуктов. То, что человек еще на заре своего становления стремился как-то сохранить продукты, доказывать можно многочисленными примерами. Даже кочевые народы для сохранения собранных плодов и семян сооружали подземные хранилища. Еще большая необходимость в хранении продуктов возникла у человека с переходом к оседлому образу жизни и появлением у него излишков пищи. Переход от собирательства к возделыванию растений и к земледелию сделал возможным широкое развитие полеводства, а вместе с ним и увеличение жизненных припасов, которые надо было оберегать от порчи и уничтожения различными вредителями. Поэтому заботы о сохранении зерна и других пищевых продуктов были предметом внимания человека еще при первобытно-общинном строе.

Не будет преувеличением сказать, что хранение урожая — основа цивилизации. В самые ранние времена умение хранить пищевые продукты было минимальным. Однако древние занятия человека — охота на диких животных и сбор различной растительной пищи — подготовили почву для последующей перемены его образа жизни, то есть для образования оседлых общин. В свою очередь, существование оседлых общин зависело от умения хранить пищу. Принято считать, что два открытия превратили древнего кочевника в оседлого человека: умение выращивать урожай и хранить его. Это стремление к устойчивому обеспечению пищей и оседлой жизни отразилось на всех последующих поколениях. Оседлая община освободила время для развития культуры, то есть деятельности иной, чем та, что связана только с добыванием пищи, а это свидетельствует о том, что именно хранение пищи было критическим фактором в развитии цивилизации.

К сожалению, по сравнению с обилием информации о том, как выращивали культуры тысячи лет назад, данные о том, как они хранились, ограничены. Из каменного века к нам не дошли сведения о хранении урожая. Последующая эра дает некоторые указания на зарождение земледелия, на использование зерновых культур; например, найдены при раскопках на горе Кармель (Израиль) зерноотерки, ступки и пестики. В Израиле и Сирии в местах поселений, относящихся к тому же пе-

риоду (около 5 тыс. лет до н. э.), обнаружены ямы для хранения зерна дикорастущих злаков.

В Древнем Египте были распространены крупные хранилища — емкости с люками для загрузки и выгрузки зерна, в которых зерно хранили в герметических условиях много лет.

Имеется много материалов, показывающих, что народы, населявшие территорию бывшего Советского Союза, еще до возникновения русского государства владели передовыми для того времени методами хранения и переработки сельскохозяйственных продуктов. Например, в Поволжье за 2...3 тыс. лет до н. э. применялись ручные мельницы и были известны способы сушки зерна. Широко практиковалось хранение зерна в больших глиняных сосудах и в ямах, стены которых обмазывали глиной и обжигали, а дно выстилали корой березы или сосны. Еще в X в. до н. э. на территории современных Армении и Грузии, как показали археологические находки, зерно держали в больших сосудах, в которых до сих пор сохранились остатки зерен пшеницы, ячменя, проса. Найдены там также остатки муки и обгоревшего хлеба в форме лепешек. Хранилища для зерна и других запасов обнаружены при раскопках древнего Херсонеса (близ Севастополя) и в районе Керчи. Здесь зерно также хранили в ямах и больших глиняных сосудах. Ямы делали колоколообразной формы с расширением книзу, глубиной 2...3 м и закрывали их плоскими камнями. Этот способ хранения зерна сохранился в некоторых районах Индии и в Африке. Зерновые ямы были широко распространены в земледельческих поселениях современной Кубани и Придонья.

Многочисленные сведения о земледельческой культуре и хранении зерна дошли до нас и от древних народов Средней Азии. Собран большой материал о хранении запасов зерна у наших предков — славян. Им были известны рожь, ячмень, просо, горох, бобы. В каждом поселении славян выделялись строения для хранения продовольственных запасов. В общественных хранилищах зерно хранили в деревянных бочках или цилиндрических ямах со сводчатым верхом, вырытых в глине. Стены таких ям обычно перед загрузкой зерном обжигали огнем.

В нашей стране большую роль в хранении продуктов играла церковь. Все церкви и монастыри имели обширные складские помещения.

С середины XV в. в Московском Кремле существовал житный (или хлебный) двор с хранилищами, расположенными вдоль кремлевской стены. К концу XV в. Москва была крупным центром торговли хлебом. К этому периоду относится начало строительства в Москве каменных хранилищ. Делаются попытки создать в крупных городах того времени — Новгороде, Пскове, Вологде и др. крупные государственные хлебные запасы, которые ежегодно обновлялись на 1/3.

Значительное улучшение организации хлебных запасов было проведено в царствование Петра I. В этот период впервые в мире было сконструировано зернохранилище силосного (элеваторного) типа, впоследствии получившего широкое распространение во всех странах.

Первая печатная работа по хранению зерна в России относится к 1766 г. Ее автор описывал в ней организацию хранения хлебных запасов. В 1789 г. был объявлен конкурс на лучший способ хранения зерна и муки с вручением золотой медали. Все авторы убедительно доказывали, что закладываемое на хранение зерно должно быть сухим и не подвергаться воздействию сырого воздуха. Было опубликовано много статей с проспектами новых конструкций зернохранилищ и дешевого средства для сушки хлеба. В том числе был представлен проект хранилища с применением принудительного продувания зерновой массы воздухом. В это же время расширяются представления о причинах порчи пищевых продуктов. Для повышения их стойкости при хранении начинают применять различные способы сушки, охлаждения, очистки и методы наблюдения.

Русские ученые сыграли большую роль не только в разработке новых способов хранения, но и в переработке сельскохозяйственных продуктов. Вот только несколько примеров. Известный русский ученый М. В. Ломоносов разработал технологию переработки эфиромасличных культур. Отгонка с водяным паром, предложенная им, до сих пор используется для получения эфирных масел.

Учение Д. И. Менделеева о гигроскопичной влаге легло в основу контроля влажности зерна и других продуктов. Д. И. Менделеев известен всему миру не только как крупнейший химик, но и как технолог по переработке сельскохозяйственных продуктов. Его труды в области получения спирта, виноделия, сыроварения имеют большое значение и в наше время. А разработанный им экстракционный способ получения масла из семян масличных с помощью бензина в усовершенствованном виде используется на всех современных маслоэкстракционных заводах.

В становлении и развитии курса «Технология хранения продукции растениеводства» большое значение имела деятельность профессора Я. Я. Никитинского, возглавлявшего кафедру хранения в Тимирязевской сельскохозяйственной академии с 1885 по 1915 г. Этот крупный ученый считается основателем русской школы товароведения пищевых продуктов. Проблемами повышения качества хранения и технологии сельскохозяйственных продуктов занимались К. А. Тимирязев, Д. Н. Прянишников, Н. И. Вавилов, В. С. Пустовойт, П. П. Лукьяненко, А. Л. Мазлумов и др. Причины потерь хорошо показаны одним из осно-

вателей биохимической науки А. И. Опариним, который указывал, что так называемые потери продуктов, происходящие при хранении, являются по существу налогом на наше невежество и 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. В связи с этим для разработки научных основ хранения, а также переработки сельскохозяйственных продуктов в нашей стране было создано много отраслевых научно-исследовательских институтов. Была изменена и система подготовки специалистов: вузы стали выпускать инженеров и технологов более узкого профиля.

В сельскохозяйственных вузах нашей страны данный курс имеет большую историю. Он получил самостоятельность раньше многих других дисциплин. Так, уже при основании Петровской земледельческой и лесной академии (ныне Тимирязевская сельскохозяйственная академия — ТСХА) в числе планировавшихся к изучению 15 предметов предусматривался курс «Технология сельскохозяйственная и лесная». Программа курса включала такие разделы, как обработка и хранение зерна, мукомольное производство, приготовление крахмала, пивоварение, маслобояное производство, свеклосахарное и др.

В настоящее время в арсенале науки существует много разработок, внедрение которых позволило бы сократить потери до минимума и значительно улучшить качество продукции. Так, на основе научных экспериментов и обобщения многолетнего производственного опыта разработаны научно обоснованные рекомендации по хранению зерна, картофеля и плодоовощной продукции, в частности: определены оптимальные параметры температурного, влажностного и воздушного режимов хранения не только для отдельных культур, но и для многих распространенных сортов (это так называемые сортовые технологии хранения); в значительной степени изучено влияние условий выращивания продукции (удобрения, орошение, различие почв, сроки посева, посадки и уборки) на ее сохранность. Рекомендованы определенные сорта для длительного хранения продукции в свежем виде и для переработки (консервирования, квашения, соления, изготовления соков, чипсов, крупы и т. д.). Следовательно, в условиях производства необходимо планировать выращивание или закупку не вообще зерна, картофеля и плодоовощной продукции, а определенных сортов этих культур в зависимости от их назначения. В настоящее время созданы проекты зернохранилищ, картофелехранилищ, овоще- и плодохранилищ для различных климатических зон страны. В них предусмотрены

активное вентилирование, холодильные установки, средства механизации и другое оборудование, обеспечивающее оптимальные условия для сохранения продукции. Разработан и широко апробирован в производстве метод хранения плодоовощной продукции в регулируемой газовой среде (РГС), который практически без потерь обеспечивает ее длительную сохранность.

Разработана и рекомендована для внедрения в производство разнообразная тара (контейнеры, ящики, мешки из полимерных материалов, поддоны), необходимая для транспортирования продукции и хранения ее без механических повреждений и потерь.

Однако до настоящего времени то внимание, которое уделяется вопросам сохранения сельскохозяйственной продукции, оставляет желать много большего. Недостаточное внимание к проблемам хранения продовольствия не позволяет внедрить имеющиеся современные достижения в производство и тем самым улучшить сохранность продукции. Задача специалистов — применять полученные знания в области хранения растениеводческой продукции с учетом условий конкретного предприятия. При этом необходимо постоянно внедрять в производство новые достижения, тем более что предприятия нередко сталкиваются с целым рядом нерешенных проблем.

Контрольные вопросы

1. Какие цели и задачи стоят перед дисциплиной «Технология хранения продукции растениеводства»?
2. Каковы масштабы потерь растениеводческой продукции при хранении?
3. Основные этапы в развитии науки «Технология хранения продукции растениеводства».
4. Роль отечественных ученых в разработке основ хранения продукции растениеводства.
5. Какие современные разработки направлены на сокращение потерь продукции при хранении?



Глава 2.

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КАЧЕСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ. ВИДЫ ПОТЕРЬ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА ПРИ ХРАНЕНИИ

Термины и определения качества

Как известно из курса стандартизации сельскохозяйственных продуктов, под качеством понимают совокупность свойств и признаков продукции, обуславливающих ее способность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением.

Каковы же требования, предъявляемые к качеству сельскохозяйственных продуктов? К качеству сельскохозяйственных продуктов предъявляют эстетические, физиологические и технологические требования. Однако при оценке нельзя ограничиваться каким-то одним показателем, необходимо учитывать их комплекс.

Любой сельскохозяйственной продукции присуще большое разнообразие свойств. В то же время все их можно разделить на 3 основные группы:

- физические (форма, окраска, консистенция, плотность и т. п.);
- химические (содержание жиров, белков, углеводов, витаминов и др.);
- биологические (способность сохраняться без больших потерь массы, улучшение товарных и пищевых качеств).

Свойство продукции — это ее объективная особенность, которая может проявляться при выращивании, подработке, хранении и потреблении. Для объективной оценки качества ее свойства необходимо выразить количественно. Это достигается с помощью показателей качества. Показатель качества — это качественная характеристика одного или нескольких свойств продукции, составляющих ее качество, рассматриваемая применительно к определенным условиям производства. Каждый показатель качества выражают в определенных единицах и баллах. По количеству характеризующих свойств они могут быть единичными и комплексными. Единичный показатель качества характеризует одно из свойств продукции (всхожесть, влажность, натура



и т. д.). К единичным показателям относятся показатели: назначения; надежности; долговечности; технологичности; эргономичности; эстетические; экономические.

Показатели назначения характеризуют полезный эффект от использования продукции по назначению и определяют область ее применения. Показателями надежности и долговечности характеризуется способность сельскохозяйственной продукции сохранять свое первоначальное качество в течение определенного промежутка времени. В частности, для плодов и овощей это свойство называют лежкостью. Показатели технологичности означают возможность обеспечения высокой производительности труда при производстве данной продукции, эргономические — систему «человек — изделие — среда»; они охватывают всю область факторов, влияющих на работающего человека, — это санитарные и защитные свойства и правила, предъявляемые на всех стадиях производства. Экономические показатели характеризуют затраты на производство, хранение и потребление продукции.

Комплексный показатель качества продукции — это показатель, характеризующий несколько ее свойств. Комплексным показателем, в частности, является сортность продукции. К примеру, яблоки поздних сортов подразделяются на сорта (высший, 1-й, 2-й, 3-й) в зависимости от размеров, внешнего вида и степени повреждения плодов. Комплексным показателем является и уровень качества — это степень соответствия оцениваемой продукции требованиям действующих стандартов.

Значение показателя качества может быть базовым (базисным), относительным, номинальным, предельным, оптимальным. Базовое, или базисное, значение показателя — это значение, принятое за основу при сравнительной оценке качества. Относительное значение — это отношение значения показателя качества оцениваемой продукции к базисному значению этого показателя.

Разновидности контроля и методов определения показателей



Очень важным является вопрос контроля качества продукции. Объектами контроля в данном случае являются средства производства, технологические процессы и готовая продукция.

Контроль качества продукции — это контроль количественных и качественных характеристик свойств продукции. Различают производственный и эксплуатационный контроль. *Производственный* контроль осуществляется на стадии производства, *эксплуатационный* — на стадии

потребления. В зависимости от этапа процесса производства различают входной, операционный, приемочный и инспекционный виды контроля. Входной контроль означает проверку соответствия технических данных продукции требованиям стандартов. Операционный контроль — это контроль продукции или процесса во время выполнения или после завершения операции. Этот вид контроля является наиболее часто употребляемым: контроль за очисткой и сушкой зерна, активным вентилированием, контроль условий хранения и т. д. Широко распространен в производстве приемочный контроль — это контроль продукции, по результатам которого принимают решение о ее пригодности к использованию. Инспекционный контроль осуществляют с целью проверки.

В зависимости от полноты охвата контроль может быть сплошным, выборочным, летучим, непрерывным и периодическим. *Сплошной* контроль — проверка каждой единицы продукции в партии. При *выборочном* контроле решение о качестве принимают по результатам выборок из партии. Эффективность его обусловлена внезапностью. При *непрерывном* контроле поступление информации о контролируемых параметрах происходит непрерывно. Для этого используют различные приборы (гигрографы, термографы и др.). При *периодическом* контроле поступление информации о контролируемых параметрах происходит через установленные промежутки времени (например, раз в сутки).

В настоящее время все существующие способы определения качества сельскохозяйственной продукции делятся на следующие методы: измерительный, регистрационный, расчетный, органолептический, социологический, экспертный.

Измерительный метод основан на измерении и анализе показателей при помощи приборов и выражается в количественных показателях. В зависимости от приборов и принципа их работы измерительные методы подразделяются на физические, химические, физико-химические, микроскопические, биологические, физиологические, технологические.

Регистрационный метод заключается в наблюдении и подсчете числа определенных событий, предметов или других факторов. Например, качество бракованных или дефектных изделий. Сюда же относится хронометраж — определение интенсивности и периодичности определенных факторов.

Расчетный метод осуществляется на основе каких-либо теоретических или эмпирических зависимостей показателей качества продукции от ее параметров.

Органолептический метод является методом определения значений показателей качества продукции, осуществляемым на основе анализа

восприятия органов чувств человека (зрения, обоняния, слуха, осязания, вкуса). Этим методом определяют внешний вид, вкус, запах, цвет и целый ряд других показателей. Этот метод прост и быстр, но субъективен, т. е. связан с особенностями человека.

Социологический метод предусматривает определение показателей качества продукции на основе сбора и анализа мнений потребителей (устно или с помощью анкет).

Экспертный метод основан на определении числовых значений показателей качества продукции на базе решений специалистов — экспертов. Эксперта привлекают в исключительных случаях, когда другие методы не дают определенных результатов или проводится аттестация продукции.

Факторы, влияющие на качество сельскохозяйственной продукции при выращивании и хранении

Чем же определяется качество выращиваемой растениеводческой продукции? На качество продукции может воздействовать множество факторов, различных по силе своего влияния, характеру и длительности. Все эти факторы подразделяются на следующие: 1) конструктивные (планируемые); 2) производственные; 3) обращения и реализации; 4) эксплуатационные.

На каждой из перечисленных стадий их можно разделить на субъективные и объективные. К *субъективным* факторам относят те, что непосредственно связаны с деятельностью человека. К ним относят уровень квалификации, общеобразовательный и культурный уровень, личные свойства и устремления человека, его заинтересованность в результате труда и т. п. Сюда же следует отнести факторы, связанные с психологией человека, с его сложившимися привычками и навыками. К *объективным* факторам, влияющим на качество, относят: технические, организационные, экономические — все это условия труда. Технические факторы связаны с оборудованием, применяемой техникой, то есть средствами производства при создании, обращении и потреблении продукции. К организационным факторам относят организацию труда. К экономическим — формы и уровень заработной платы, уровень и структуру себестоимости продукции, цену реализации.

На качество продукции оказывают влияние также факторы социального и идеологического характера. Они бывают как субъективными, так и объективными.

Этапы производства. Факторы, влияющие на качество продукции растениеводства, различны на каждом этапе производства. Всего таких этапов различают семь.

1. *Формирование посевного материала.* Влияющие факторы на данном этапе — вид, сорт, репродукция, подготовка семян к посеву (очистка, обеззараживание и пр.), класс семян по ГОСТу. Хороший посевной материал обеспечивает дружные всходы, одновременный рост и развитие растений, налив и созревание зерна. Посев семенами низких кондиций вызывает сдвиг развития отдельных растений и может служить причиной большой разнокачественности выращенного урожая и пониженной его стойкости при хранении. В зависимости от сорта культуры изменяются физические свойства, физиологическая активность ее партий, потребительские достоинства продуктов переработки. Многие сорта характеризуются различной устойчивостью при хранении. Размещение партий продукции в хранилищах, расчеты за продукцию проводят с учетом качества, сортовых особенностей и целевого назначения.

2. *Этап выращивания.* На этом этапе влияющими факторами являются: географическое положение, почва, предшественники, удобрения, орошение, болезни и вредители, метеорологические условия года, состояние техники и пр. Почвенно-климатические условия, в которых развиваются растения, определяют размер урожая, химический состав и качество получаемой продукции. Например, выпадение осадков в предуборочный и уборочный период приводит к увлажнению зерна. В этом случае оно будет нестойким при хранении. Ранние заморозки или засушливая погода в период налива хлеба вызывают образование дефектного зерна (морозобойного, щуплого) с пониженными показателями качества и неустойчивостью при хранении. Повреждение растений на корню полевыми вредителями также снижает урожай и ухудшает его качество. Попадание в партии убираемой продукции различных растительных остатков, а иногда и вредных примесей требует срочной очистки и сортировки этих партий, а также отдельного их размещения. Иногда в период роста растений на них развиваются фитопатогенные микроорганизмы, вызывая различные болезни растений. Все это ограничивает использование продукции по прямому назначению и снижает срок ее хранения.

3. *Уборка.* Во время уборки на качество продукции влияют сроки и способы уборки, состояние техники и погодные условия, урожайность и назначение убираемой продукции. Например, в дождливую погоду во время уборки зерно увлажняется, теряет свой естественный цвет (обесцвечивается), в нем усиливаются физиолого-биохимические процессы и жизнедеятельность микроорганизмов, что может приве-

сти к ухудшению качества зерновой массы при хранении вследствие самосогревания. Еще один пример: морковь, убранная раньше, незрелая, с меньшим количеством сахара и каротина, с повышенным содержанием воды, также обладает пониженной устойчивостью при хранении. Такие корнеплоды быстро увядают и поражаются болезнями. Если убрать морковь на месяц позже по сравнению с оптимальным сроком, корнеплоды перезревают, трескаются и также становятся нестойкими при хранении.

4. *Транспортировка урожая.* При транспортировании урожая на его качество оказывают влияние вид и состояние транспорта и тары, расстояние перевозок, время, погода, состояние дорог и пр. С момента после уборки и до доставки продукции потребителю происходят количественные и качественные изменения. Степень этих изменений и размеры потерь зависят от того, как проведена уборка, сортировка, калибровка, упаковка и перевозка продукции. При соблюдении всех правил качество и количество продукции изменяется незначительно. При их нарушении качественные и количественные потери могут достигать огромных размеров. Поэтому правильную доставку продукции до потребителя следует считать одним из важнейших звеньев в повышении качества продукции и снижении потерь. Часто в торговую сеть поступают овощи низкого качества не потому, что их сортовые показатели низкие, а потому, что они не прошли соответствующую товарную обработку и неправильно транспортировались.

Важным резервом сокращения потерь и улучшения качества плодов и овощей является внедрение современной тары. Например, применение контейнеров позволяет не только сократить потери и сохранить высокое качество продукции при перевозках, но и механизировать погрузочно-разгрузочные работы, ускорить ее доставку потребителю, сократить транспортные расходы.

Особые требования предъявляются к транспортным средствам. Например, в случае транспорта зерна эти средства готовят таким образом, чтобы при перевозке оно не загрязнялось, не заражалось вредителями и болезнями, не подвергалось воздействию атмосферных осадков.

5. *Первичная обработка.* Определяющие факторы на данном этапе — своевременность, вид и способ обработки, погодные условия, состояние и типы машин. Например, стойкость зерна при хранении в значительной степени зависит от тех условий, в которых зерно находилось до момента его поступления в хранилище. Состояние поступающего зерна ухудшается, если после уборки его не обрабатывают на токах, а хранят в открытых, не защищенных от внешних условий местах. Зерно при этом может увлажняться и даже прорасти. В зерновую массу прони-

кают вредители хлебных злаков, обитающие в прошлогодних органических остатках. При отсутствии постоянного контроля зерно может полностью испортиться вследствие самосогревания.

6. *Хранение урожая.* На этом этапе качество продукции определяется ее подготовкой к хранению, способами хранения, режимами хранения. Большую роль играет организация контроля за хранящейся продукцией. Для того чтобы избежать необоснованных потерь продукции, специалист должен: знать, как правильно подготовить ее к длительному хранению, а хранилище — к приему нового урожая; изучить и применить на практике современные способы хранения; знать оптимальный режим хранения каждого вида продукции и уметь управлять им.

7. *Переработка на предприятиях.* Переработка и консервирование (в широком смысле) растениеводческой продукции, так же как и хранение в свежем виде, направлены на ее сохранение и подготовку к использованию в пищу или для дальнейшей переработки. Переработанная продукция употребляется уже в неживом состоянии, то есть процессы обмена веществ в ней прекращаются. Основная задача при переработке состоит в том, чтобы не ухудшить качество поступающей продукции, а при определенных условиях — улучшить его. Это определяется такими факторами, как рецептура вырабатываемого продукта, применяемая аппаратура, режим технологического процесса. Большую роль в этом играет применение прогрессивных технологий. В частности, сейчас применяются такие прогрессивные технологии переработки, как асептическое консервирование, сублимационная сушка, технология комплексного использования сырья с максимальным выходом продукции и др.

И наконец, на всех перечисленных этапах основными влияющими на качество продукции факторами являются квалификация специалистов и степень освоения техники и технологии.

Таким образом, качество растениеводческой продукции зависит от ее видов и сортов, биологических особенностей, от факторов внешней среды, агротехники возделывания, сортировки, транспортирования, хранения и переработки.

Особенности хранения. Чтобы вырастить и сохранить высококачественную сельскохозяйственную продукцию, необходимо знать основные ее биологические особенности. В пищу и для переработки используют самые различные органы растений: семена, плоды, кочаны, луковицы, корнеплоды, соцветия, разросшиеся листья, черешки, побеги зеленных овощей и стебли. Эти органы в таком виде, в каком они сейчас есть у культурных растений, созданы в процессе многовековой истории человеком. Растению для того, чтобы сформировать семена и оставить потомство, не нужны такие крупные плоды, как, например,

у арбуза, дыни или тыквы. Все это нужно человеку, и он бессознательным или сознательным отбором создал разнообразные культурные растения. Однако для того, чтобы сохранить у растений все приобретенные ими свойства, необходимо все время заботиться об обеспечении условий, соответствующих их биологическим требованиям.

В растениеводческой продукции после уборки продолжают сложные процессы жизнедеятельности: биохимические превращения, дыхание, испарение воды и т. д. Дыхание оказывает наибольшее влияние на качество при хранении. С ним связаны превращения и расход углеводов, потеря воды, прорастание, инфекционные и физиологические заболевания и др. С увеличением интенсивности дыхания быстро ухудшается качество продукции.

Резко ухудшается качество хранимой продукции при прорастании. В определенных условиях могут прорасти как зерно, так и многие овощные культуры. При этом с ростками из зерновых выносятся много питательных веществ, а овощи становятся вялыми и невкусными.

Огромный вред хранящейся продукции наносит самосогревание. Под действием высоких температур интенсивность дыхания еще более усиливается, начинают активно развиваться микроорганизмы и продукция портится. Зачастую такую продукцию нельзя использовать ни в пищу, ни на корм скоту, ни в переработку.

Однако одной из основных причин потери качества и количества остаются болезни, которые вызываются микроорганизмами. Растения и их плоды содержат много воды, в которой растворены легкодоступные питательные вещества. Благодаря этому убранный урожай является прекрасным субстратом для развития микроорганизмов. Поэтому на убранной продукции в период хранения поселяются и быстро развиваются возбудители различного рода заболеваний. Влияние болезней на продукцию в период хранения особенно вредно. Это относится также и к вредителям продовольственных запасов. Борьба с ними в хранилищах труднее, чем в поле. Связано это со следующими причинами:

- убранная продукция теряет естественную устойчивость к заболеваниям, так как постепенно физиологически ослабевает;
- в хранилищах зерно, плоды, овощи находятся в непосредственном контакте друг с другом, что способствует распространению болезней;
- в хранилищах возможности применения химических средств борьбы ограничены, так как приходится иметь дело с продуктами питания;
- некоторые болезни, встречающиеся при хранении, изучены слабо, и для них не разработаны надежные способы борьбы.

Поэтому одним из основных методов борьбы с заболеваниями при хранении является поддержание нормального физиологического состояния продукции путем создания оптимального режима в хранилищах.

Потери продукта в массе и в качестве

Любая масса растениеводческой продукции — это созданная человеком экологическая система, в которой живые организмы и неживая окружающая среда взаимодействуют друг с другом. Порча продукции при хранении происходит в результате взаимодействия физических, химических и биологических факторов. В этой экологической системе наиболее важным живым организмом является сам объект хранения. Например, зерно и зерновая масса имеют несколько физических (например, скважистость, самосортирование, сорбция) и биологических (долговечность, дыхание, послеуборочное дозревание) свойств, значение которых зависит в основном от условий окружающей среды. Абиотическая среда также включает различные факторы: физические (температура); химические — неорганические (углекислый газ, кислород); физико-химические (влажность и множество органических соединений, которые являются побочными продуктами биологической активности). Важнейшими биотическими факторами растительной массы являются микроорганизмы, насекомые и теплокровные вредители.

Поскольку порча продукции происходит в результате экологических взаимодействий биотических и абиотических факторов на протяжении определенного периода времени, она может быть установлена и предотвращена. Таким образом, исходя из природы хранимых продуктов и возможных потерь, возникает необходимость защиты их от активного воздействия микроорганизмов и вредителей, а также создания условий, препятствующих интенсивному обмену веществ в клетках.

Различают два вида потерь продуктов при хранении: в массе и качестве. В большинстве случаев эти потери взаимосвязаны.

По своей природе потери могут быть физическими и биологическими. К *физическим* относят: травмы, распыл, просыпи, подвяливание. *Биологические* потери — дыхание, прорастание, развитие микроорганизмов, насекомых и клещей, самосогревание, уничтожение продукции грызунами и птицами.

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 оценивается по-разному. Так, если большую 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.

Другой вид физических потерь — отделение мельчайших частиц покровных тканей продукта в процессе его перемещения и перекладки при хранении. В данном случае трение о поверхность, по которой перемещается продукт, приводит к образованию неучтенного распыла. Чем многократно перемещение массы продукта, тем больше величина распыла. Неосторожное перемещение продукта может сопровождаться большими потерями массы и отражается на качестве и сохранности продукта при длительном хранении.

Значительными могут быть потери в массе вследствие различных биологических процессов, главным образом в результате потери питательных веществ на дыхание.

Еще большими потери бывают при размножении в продукте микроорганизмов и насекомых-вредителей. Однако правильная организация хранения обычно исключает активную деятельность микрофлоры и насекомых. Поэтому потери под воздействием этих организмов нельзя признать правомерными. Потери в массе продуктов вследствие просыпей, уничтожения грызунами и птицами могут быть объяснены только неправильным хранением.

Практика и эксперименты, специально поставленные в условиях производства, показали, что при соблюдении правил хранения потери зерновых составляют за год хранения от 0,03 до 0,07 % от массы сухого вещества. Картофель, морковь и многие другие продукты плодовоовощной группы можно сохранить с потерей 2...4 % массы за весь сезон хранения. Чем больше отклоняются условия хранения от оптимальных, тем больше потери массы. Так, при самосогревании зерна потери массы могут достигать свыше 10 % при значительном снижении или полной потере качества. Доступ грызунов и птиц к местам хранения вообще делает потери беспредельными. При плохом хранении картофеля, овощей и плодов потери достигают 20...30 % и выше. Таким образом, потери растительных продуктов в массе при хранении неизбежны, но при правильном режиме они не превышают установленных норм и даже могут быть значительно меньше.

Потери в качестве. При правильной организации хранения продукта исключается понижение его качества. Оно возможно лишь при длительном сроке хранения, превышающем долговечность продукта. Долговечность продукта — это период времени, в течение которого продукт сохраняет свои семенные, технологические и продовольственные

свойства. Устойчивость некоторых продуктов (овощей, картофеля, плодов) при хранении и связанную с этим возможную продолжительность хранения называют *лежкостью*.

Природа многих растительных объектов такова, что при правильном хранении в начальный период идут процессы дозревания, улучшающие их пищевые, семенные или технологические особенности. Хорошо известно, например, послеуборочное дозревание семян, дозревание плодов томатов, зимних сортов яблок и т. д. Понижение качества продуктов при хранении (за исключением повышения предела долговечности) происходит главным образом вследствие нежелательных процессов: прорастания, действия микроорганизмов и насекомых, порчи и загрязнения грызунами и птицами, травмирования.[®]

Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к качеству сельскохозяйственных продуктов?
2. Какие виды контроля качества продукции применяются в настоящее время?
3. Какие факторы влияют на качество сельскохозяйственной продукции?
4. Виды потерь продукции в массе и в качестве.
5. Пути повышения качества в условиях современного сельского хозяйства.



Глава 3.

НОРМИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА РАСТЕНИЕВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

Нормирование показателей качества зерна и семян зерновых, зернобобовых, масличных и эфиромасличных культур

В нашей стране разработана система кондиций (норм), которые строго регламентируют качество зерна в зависимости от его назначения. В практике производства, торговли, обработки, хранения и переработки зерна применяют кондиции посевные, общеторговые (базисные и ограничительные), промышленные (подразделяемые по отраслям промышленности), экспортные и специальные.

Посевные кондиции — это нормы качества на семена и посевной материал. Лучшими являются семена, отвечающие требованиям 1-го класса стандарта. Высшие посевные кондиции уменьшают потребность в посевном материале, способствуют повышению урожайности и улучшению качества урожая. При отклонении качества семян от этих кондиций в худшую сторону делаются скидки с цены, сокращаются или совсем не выплачиваются сортовые надбавки. При значительном снижении качества семена считаются непригодными для посева.

Общеторговые кондиции — нормы качества зерна при торговле им на внутреннем рынке. Они подразделяются на базисные и ограничительные.

Базисные кондиции — основные нормы качества. Зерно, отвечающее этим нормам, принято считать за эталон, то есть оно в весовом выражении засчитывается полностью. Оплата такого зерна осуществляется по полной закупочной цене без каких-либо скидок. Базисные кондиции служат основой не только для расчетов за зерно, но и для его учета.

Зерно, отвечающее требованиям базисных кондиций, имеет полноценные пищевые, кормовые, технические и технологические достоинства. Из такого зерна вырабатывают высококачественную продукцию, соответствующую требованиям стандартов. Это зерно можно хранить и перевозить без дополнительных затрат на сушку и очистку. Если

на рынке оказывается зерно по качеству лучше, чем предусмотрено базисными кондициями, то полагаются надбавки к закупочным ценам, а если по влажности и сорной примеси — надбавки к физической массе.

Ограничительные кондиции — низшие нормы качества зерна и семян масличных культур, определяющие возможность закупки их в государственные ресурсы.

В новых условиях рынка зерна придерживаться ограничительных кондиций нет необходимости. Возможность покупки такого зерна будет определяться наличием у покупателя сушилок и зерноочистительных машин для обработки и доведения зерна до потребительских кондиций.

Зерно по качеству хуже ограничительных кондиций закупалось раньше в государственные ресурсы по разрешениям правительства с соответствующими повышенными скидками с цены. В условиях свободного рынка возможность покупки зерна пониженного качества будет определяться имеющимися у покупателя возможностями его обработки и реализации на технические цели, поскольку на продовольственные и сортовые нужды его использовать нельзя.

Промышленные кондиции — нормы качества зерна, содержащие конкретные требования, предъявляемые к зерну как сырью соответствующих зерноперерабатывающих отраслей промышленности: мукомольной, крупяной, комбикормовой, пивоваренной, спиртовой, крахмалопаточной. Выход продукции из зерна в каждой из этих отраслей рассчитывается на основании установленных норм качества.

Специальные кондиции на зерно предусматривают нормы качества: при закладке его в госрезерв, закупке в федеральный фонд, поставках специальным потребителям (военным, в районы Крайнего Севера, для выработки детского и диетического питания) и на другие цели.

В зависимости от назначения зерна показатели его качества делятся на три группы.

1. Обязательные для всех партий зерна — признаки свежести и зрелости (внешний вид, запах и вкус), зараженность хлебными вредителями, влажность и содержание примесей.

2. Обязательные при оценке партий зерна некоторых культур для определенного целевого назначения — натура пшеницы, ржи, ячменя, овса; для крупяных культур — выравненность, содержание ядра и цветочных пленок; для пивоваренного ячменя — всхожесть и энергия прорастания (эти показатели обязательны для ржи, овса и проса, предназначенных на солодоращение в спиртовом производстве); в пшенице продовольственной необходимо определять стекловидность, количество и качество клейковины.

3. Дополнительные показатели качества, определяющие безопасность для людей и животных, — токсические свойства зерна, остаточное количество пестицидов, содержание микотоксинов и др.

Свежесть. Нормально вызревшее, не подвергшееся неблагоприятным воздействиям зерно имеет свойственные ему форму, размеры, состояние покровных тканей, окраску и другие признаки. Состояние зерна по этим признакам имеет общее название свежести.

Внешний вид. Внешний вид (цвет и блеск) включает признаки изменений в результате неблагоприятных условий в период формирования и созревания зерна, поражения насекомыми-вредителями, активного развития микроорганизмов, неправильной обработки зерна.

Зерно с измененным цветом обычно относится к зерновой, а иногда и сорной примесям. Обесцвечивание зерна ведет к снижению таких показателей качества, как натура, масса 1000 зерен, стекловидность, количество и качество клейковины. На таком зерне активно развиваются микроорганизмы, повышается интенсивность дыхания и активность ферментов, увеличивается кислотность зерна. Это снижает стойкость зерна при хранении и резко ухудшает мукомольные, хлебопекарные и макаронные свойства зерна пшеницы.

Пшеницу, потерявшую свой естественный цвет, определяют как «потемневшую» (при наличии темных оттенков) или как «обесцвеченную» с указанием степени обесцвеченности:

1-я степень — начальная потеря блеска и обесцвечивания зерна со стороны спинки (появляется во время пребывания зерна в колосе или на токах при незначительном увлажнении);

2-я степень — потеря блеска, обесцвечивание зерна в области спинки и бочков (при более длительном увлажнении);

3-я степень — полное обесцвечивание всей поверхности зерна.

Обесцвечиванию зерна иногда сопутствует появление фузариозных зерен. Фузариоз (заболевание растений, вызываемое грибами рода *Fusarium*) пшеницы не только ухудшает ее хлебопекарные свойства, но и приводит к загрязнению зерна микотоксином — дезоксиниваленолом, содержание которого из-за высокой токсичности строго ограничено (предельно допустимое количество — 0,7 мг/кг).

Ухудшение качества зерна может быть допущено не только в поле, но и при послеуборочной обработке на зерносушилках, из-за несоблюдения установленных режимов сушки или при хранении сырого и влажного зерна, когда возникает его самосогревание. Это приводит к появлению в зерне вредных для здоровья людей афлатоксинов, а из-за денатурации белков снижается качество и количество клейковины в пшенице.

Запах и вкус. Запах зерна также появляется в результате неблагоприятных воздействий. Запахи делятся на две группы: сорбционного происхождения (появляющиеся в результате сорбции зерном пахучих посторонних веществ — головневый, полынный, кориандра и др.) и разложения, возникающие в результате образования продуктов распада органических веществ (типичные запахи этой группы — амбарный, солодовый, плесневый, затхлый, гнилостный). Солодовый, затхлый и гнилостный запахи характеризуют степень порчи зерна.

Вкус зерна определяют, когда возникают сомнения при определении запаха, например, если зерно имеет солодовый или полынный запах.

Зараженность хлебными вредителями. Значительный вред качеству зерна, в частности пшеницы, наносит повреждение его в поле вредителями, особенно клопом-черепашкой. Бывает достаточно 1...2% поврежденных зерен, чтобы резко снизить хлебопекарные свойства пшеницы: тесто теряет упругость, разжижается при замесе, хлеб при выпечке расплывается. Поэтому о вредоносности конкретной партии зерна пшеницы необходимо судить не только по количеству поврежденных зерен, но и по качеству клейковины.

Большие потери в массе и качестве зерна и продуктов его переработки возможны от других хлебных вредителей. Партии зерна, зараженные насекомыми-вредителями, считаются некондиционными. Наибольшую опасность как по ареалу распространения в России, так и по причиняемому ущербу представляют амбарный и рисовый долгоносики, рыжий мукоед, хлебная моль и мельничная огневка.

Зараженность выражают количеством живых вредителей в одном килограмме зерна. Базисными условиями наличие хлебных вредителей не допускается.

Влажность. Одним из наиболее важных показателей состояния зерна является влажность, то есть отношение массы влаги к массе зерна, выраженное в процентах. В зависимости от влажности зерно основных культур классифицируется следующим состоянием: сухое — влажность до 14%; средней сухости — от 14 до 15,5%; влажное — от 15,5 до 17%; сырое — свыше 17%. Влажность зерна необходимо знать на всех этапах работы с ним. Чрезвычайно вредна повышенная влажность при хранении, так как она способствует усилению дыхания зерна и приводит к его прорастанию, самосогреванию и порче.

Влажность зерна как показатель качества имеет двойное значение: технологическое и экономическое. По показателю влажности ведут расчет количества зерна в зачетной массе и выхода продукции при переработке зерна. За отклонения влажности от базисных кондиций

применяются скидки или надбавки к физической массе, кроме того, взимается плата за сушку.

Чтобы зерно надежно хранилось длительное время с минимальными потерями, оно должно быть в сухом состоянии, то есть когда в нем нет свободной воды. Для переработки зерна также требуется определенная влажность, которая для злаковых и бобовых культур обычно находится в пределах 14...16%, а для масличных — еще ниже.

Сорная и зерновая примеси зерна. В основу классификации примесей в товарном зерне положен принцип: степень влияния данного вида примесей на выход и качество вырабатываемых продуктов. В связи с этим зерновая масса делится на три части: основное зерно, сорная и зерновая примеси.

Основное зерно — нормальные зерна основной культуры, изъеденные зерна до 50% от их массы, поврежденные и не относящиеся к сорной или зерновой примесям. Сорная примесь зерна — примесь органического и неорганического происхождения, подлежащая удалению при использовании зерна по целевому назначению. Зерновая примесь — это примесь неполноценных зерен основной культуры, а также зерен других культурных растений, допускаемая при торговле зерном. Засоренность примесями выражается отношением массы примесей к массе зерна в процентах. Конкретно состав сорной и зерновой примесей для каждой культуры дан в соответствующих стандартах, которыми следует руководствоваться при анализах зерна.

Товарная характеристика. Торговля зерном во всем мире ведется с учетом его качества. Зерно каждой культуры имеет свои нормы качества, которые зафиксированы в соответствующем нормативном документе, с присвоением номеров классов этим нормам. В основу товарной классификации зерна в большинстве стран мира положены биологические свойства зерна и его состояние как объектов хранения и транспортировки. В ряде стран товарная классификация зерна базируется на признаках технологических свойств и его целевом назначении. Технологически значимыми признаками являются те, которые прямо или косвенно характеризуют состояние белкового и углеводного комплексов. В России, например, пшеница *мягкая* подразделяется на 6 классов. Пшеница высшего, 1-го и 2-го классов («сильная пшеница») предназначена для использования в качестве улучшителя «слабых» пшениц, то есть 3, 4 и 5-го классов. Классификация качества *твердой* пшеницы предусматривает деление ее на 5 классов. В связи с недостатком высококачественного зерна твердых пшениц требования к ним по качеству снижены. Поэтому пригодна для выработки всего ассортимента макаронных изделий только пшеница твердая 1-го класса. Пшеница

2-го класса идет на изготовление ограниченного ассортимента макаронных изделий. Пшеница остальных классов частично используется в подсортировке к мягкой пшенице при выработке хлебопекарной муки, а в основном идет на выработку комбикормов.

Натура зерна. Натура характеризуется массой одного литра зерна в граммах или одного гектолитра в килограммах. Натура является одним из главных показателей технологических мукомольных достоинств зерна — его *выполненности*. В России натура регламентирована в стандартах на пшеницу, рожь, ячмень и овес. Чем выше натура зерна, тем более выполнено зерно, то есть оно содержит больше эндосперма и меньше оболочек, что определяет получение большего количества муки или крупы. Для мукомольной промышленности установлена единая базисная натура пшеницы — 750 г/л. Пшеница с натурой ниже 690 г/л на сортовые помолы не используется.

При формировании партий, хранении и переработке пшеница по натуре классифицируется: высоконатурной при натуре 785 г/л и выше; средненатурной — при 745...784 г/л; низконатурной — при 745 г/л.

Выравненность зерна. Это однородность партий зерна по его крупности. Если в партии зерно в основном одинаковое по размерам, то ее считают выровненной. Выровненное зерно легче очищать от примесей, проще подбирать сита и регулировать воздушный поток зерноочистительных машин. При переработке выровненного зерна общий выход продукции и ее качество будет выше. Например, при шелушении на крупозаводах невыровненного зерна более крупные зерна дробятся и попадают в отходы, что снижает выход, а мягкие остаются в пленках, что ухудшает качество продукции. Учитывая важность выровненного зерна в технологических процессах мукомольно-крупяного, пивоваренного и спиртового производства, выравненность и крупность зерен в ячмене (для пивоварения, крупяного, мукомольного и спиртового производства), а также в зерне крупяного овса и семенах бобовых культур строго нормируют.

Содержание ядра. В тесной связи с показателями выполненности, крупности и выравненности находится соотношение между массой цветочных пленок и остальной частью зерна (ядра). Общий выход крупы и ее отдельных сортов при переработке зерна пленчатых культур зависит прежде всего от процентного содержания чистого ядра. Поэтому в стандартах на зерно крупяных культур указывается минимально допустимое для кондиционного зерна содержание ядра: для овса крупяного — не менее 63 %, для выработки детского и диетического питания — 73 %; проса 1-го класса — 76 %, 2-го класса — 74 %.

Стекловидность зерна. В зависимости от консистенции эндосперма применяются показатели технологической и пищевой ценности зерна некоторых культур. Зерно с мучнистой консистенцией эндосперма более хрупкое и ломкое. При этом снижается выход крупы высоких сортов. Поэтому стекловидность зерна пшеницы, риса, кукурузы и проса также является технологическим признаком.

Особое значение имеет стекловидность зерна пшеницы. По внешнему виду стекловидность зерна отличается однообразной полупрозрачной консистенцией, напоминающей воск. Белки стекловидной пшеницы обычно образуют клейковину хорошего качества. Из низко-стекловидной пшеницы редко удается выработать муку с хорошими хлебопекарными свойствами.

По отечественным стандартам общая стекловидность определяется как сумма количества стекловидных и половины количества частично стекловидных зерен, а в большинстве зарубежных стран стекловидность характеризует количество (в процентах) полностью стекловидных зерен.

Хлебопекарная оценка пшеницы. Получение хорошо разрыхленного мякиша хлеба и его объем прежде всего определяются количеством и качеством *клейковины*. Содержание клейковины в зерне пшеницы колеблется от 10 до 50 %. Высококлейковинными считаются пшеницы, содержащие более 28 % сырой клейковины.

Качество клейковины характеризуется ее цветом, физическими свойствами (упругостью и растяжимостью) и способностью к набуханию. По цвету клейковина бывает светлая и темная. Первая чаще обладает наиболее хорошими растяжимостью и упругостью. Темный цвет клейковины появляется вследствие неблагоприятных воздействий на зерно при созревании, хранении и обработке. В зависимости от упругости и растяжимости клейковина подразделяется на три группы:

I группа — клейковина с хорошей упругостью, длинной (более 20 см) и средней (10...20 см) растяжимостью. Из нее можно получать тесто с хорошей формоустойчивостью и достаточно разрыхленное, что позволяет готовить хлеб с большим объемным выходом и пористостью;

II группа — клейковина с хорошей и удовлетворительной упругостью, с короткой (до 10 см), средней или длинной растяжимостью. При такой клейковине тесто обычно обладает меньшей газоудерживающей способностью, хлеб получается с меньшим объемным выходом и пористостью, но доброкачественный.

III группа — клейковина очень крепкая или со слабой упругостью, сильно тянущаяся, разрывающаяся на весу под действием собственной

тяжести, а также крошащаяся. Хлеб получается низкопористый, плохо разрыхленный, с малым объемным выходом, не отвечающий требованиям стандарта.

Для получения стандартной сортовой хлебопекарной муки пшеница должна иметь сырой клейковины не менее 25 %, быть не ниже II группы качества, при соответствии качества пшеницы мельничным кондициям по другим показателям.

Хотя количество и качество клейковины служат важнейшими показателями ее хлебопекарных достоинств, но они еще зависят и от состояния углеводно-амилазного комплекса зерна, который у нас и за рубежом характеризуется показателем «число падения», имеющим наибольшее значение для зерна ржи и пшеницы. Этот показатель имеет высокую значимость в тех зонах производства товарного зерна, где часто бывает его прорастание, так как оно сопровождается распадом крахмала и частичным переходом его в сахар. При этом усиливается амилитическая активность зерна, резко снижающая его хлебопекарные достоинства. Величина показателя «числа падения» может колебаться от 60 до 600 с и более. Чем меньше числовое значение показателя, тем выше степень пророслости зерна и тем хуже его качество.

На основании Федерального закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ и Положения о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 июля 2000 г. № 554, были введены в действие с 1 июля 2002 г. «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. СанПиН 2.3.2.1078–01» (табл. 1).

Нормирование показателей качества сочной растительной продукции

Требования к качеству плодов и овощей зависят от назначения продукции — предназначена она для немедленного потребления или для хранения и переработки.

В связи с тем, что плоды, овощи и картофель неоднородны по качеству, дается деление этой продукции на товарные сорта и характеризуется качество этих сортов. Практика показывает, что плодовоовощную продукцию необходимо делить на товарные сорта с различными требованиями к качеству. Нестандартной должна считаться только та часть урожая, которая непригодна в пищу и переработку. Число товарных сортов возможно от двух до четырех в зависимости от вида плодов и овощей. В высший или первый сорт выделяется безупречная в каче-

Таблица 1

Гигиенические требования безопасности зерна и продуктов его переработки

Индекс, группа продуктов	Показатели	Допустимые уровни, мг/кг, не более	Примечание
1.4.1. Зерно продовольственное, в т. ч. пшеница, рожь, тритикале, овес, ячмень, просо, гречиха, рис, кукуруза, сорго	Токсичные элементы:		
	свинец	0,5	
	мышьяк	0,2	
	кадмий	0,1	
	ртуть	0,03	
	Микотоксины:		
	афлатоксин В ₁	0,005	
	дезоксиниваленол	0,7	Пшеница
		1,0	Ячмень
	Т-2 токсин	0,1	
	зеараленон	1,0	Пшеница, ячмень, кукуруза
	Пестициды:		
	гексахлорциклогексан	0,5	
	ДДТ и его метаболиты	0,02	
гексахлорбензол	0,01	Пшеница	
ртутьорганические пестициды	Не допускаются		
2,4-Д кислота, ее соли, эфиры	Не допускаются		
Радионуклиды:			
цезий-137	60	Бк/кг	
Загрязненность вредителями хлебных запасов (насекомые, клещи)	15,0	Суммарная плотность живых и мертвых вредителей, экз./кг, не более	
1.4.2. Семена зернобобовых, в т. ч. горох, фасоль, маш, чина, чечевица, нут	Токсичные элементы:		
	свинец	0,5	
	мышьяк	0,3	
	кадмий	0,1	
	ртуть	0,02	



Индекс, группа продуктов	Показатели	Допустимые уровни, мг/кг, не более	Примечание
1.4.2. Семена зернобобовых, в т.ч. горох, фасоль, маш, чина, чечевица, нут	Микотоксины: афлатоксин В ₁	0,005	
	Пестициды: гексахлорциклогексан	0,5	
	ДДТ и его метаболиты	0,05	
	ртутьорганические	Не допускаются	
	2,4-Д кислота, ее соли, эфиры	Не допускаются	
	Радионуклиды: цезий-137	50	Бк/кг
	стронций-90	60	То же
1.4.3. Крупа, толокно, хлопья	Токсичные элементы: свинец	0,5	
	мышьяк	0,2	
	кадмий	0,1	
	ртуть	0,03	
	Микотоксины: афлатоксин В ₁	0,005	
	дезоксиниваленол	0,7	Пшеничная
		1,0	Ячменная
	Т-2 токсин	0,1	
	зеараленон	0,2	Пшеничная, кукурузная, ячменная
1.4.4. Мука пшеничная, в т.ч. для макаронных изделий, ржаная, тритикалевая, кукурузная, ячменная, просяная (пшеничная), рисовая, гречневая, сорговая	Токсичные элементы: свинец	0,5	
	мышьяк	0,2	
	кадмий	0,1	
	ртуть	0,03	
	Микотоксины: афлатоксин В ₁	0,005	
	дезоксиниваленол	0,7	Пшеничная
	Т-2 токсин	0,1	Ячменная

Окончание табл. 1

Индекс, группа продуктов	Показатели	Допустимые уровни, мг/кг, не более	Примечание
1.4.4. Мука пшеничная, в т. ч. для макаронных изделий, ржаная, тритикалевая, кукурузная, ячменная, просынная (пшеничная), рисовая, гречневая, сорговая	зеараленон	0,2	Пшеничная, кукурузная, ячменная
	Пестициды:		
	гексахлорциклогексан	0,5	Из зерновых
	ДДТ и его метаболиты	0,02	
		0,05	
	гексахлорбензол	0,01	Пшеничная
	ртутьорганические	Не допускаются	
	2,4-Д кислота, ее соли, эфиры	Не допускаются	
	Радионуклиды:		
	цезий-137	60	Бк/кг
Вредные примеси: загрязненность, зараженность вредителями хлебных запасов (насекомые, клещи)	Не допускаются		

ственном отношении продукция, к низшим сортам относятся экземпляры слегка поврежденные, невыровненные по форме или окраске.

Все показатели качества плодоовощной продукции подразделяются на качественные и количественные. Качественные характеризуются словами, определениями или сравнениями. Они включают описание внешнего вида, степени зрелости, свежести. Например, ягоды малины должны быть свежие, зрелые, чистые, без постороннего запаха и вкуса.

Все показатели качества плодоовощной продукции характеризуются числом. Они включают следующие нормы: предельные, ограничительные, запретительные. Предельные нормы указывают пределы колебаний показателя (от ... до ...). Например, размер корнишонов I группы (небольшие огурчики) по длине установлен от 51 до 70 мм. Ограничительные нормы выражаются словами «не менее», «не более». Запретительные нормы гарантируют безвредность и необходимое санитарное состояние продукции и выражаются словами «не допускается».

Например, в картофеле продовольственном содержание клубней, позеленевших на поверхности более 1/4, не допускается.

Стандарты на плодоовощную продукцию отличаются от других сельскохозяйственных стандартов наличием «допусков». Допуски — это допустимые отношения от требований стандарта по отдельным качественным показателям. Они обычно выражаются в процентах к массе или к числу экземпляров продукции. Обычно на плодоовощную продукцию устанавливается общий допуск, то есть совокупность всех допусков. Общий допуск меньше арифметической суммы отдельных допусков в данном стандарте и составляет 15 % к массе партии.

Для отдельных видов плодов и овощей предусматриваются показатели для оценки скрытых заболеваний и степени зрелости продукции. Например, в стандарты на кабачки, огурцы, дыни, баклажаны введен показатель качества — внутреннее строение, — характеризующий степень зрелости продукции.

В стандартах на плодоовощную продукцию предусмотрено 4 степени зрелости. В съемной зрелости собирают осенние и зимние сорта семечковых (яблоки, груши, айва), персики, абрикосы, дыни, помидоры. Плоды и овощи в потребительской зрелости имеют наиболее высокое качество по внешнему виду, вкусу и консистенции мякоти. В начале потребительской спелости собирают черешню, вишню, сливы, арбузы, которые не дозаривают. Для плодов и овощей, предназначенных для промышленной переработки, установлена техническая зрелость, при которой продукция отвечает требованиям технологии переработки. Для любых целей и назначения не допускаются незрелые или перезрелые плоды и овощи. Незрелыми считаются плоды, которые после съема не могут приобрести внешний вид, консистенцию и вкус, свойственные плодам данного сорта. Перезревшими считаются плоды, потерявшие признаки потребительской зрелости. Мякоть их размягчена, появляется неприятный привкус, пустоты в мякоти плода и т. д. Перезревание обычно свидетельствует о достижении биологической зрелости, то есть о созревании семян.

При нормировании качества плодоовощной продукции предусматриваются определенные требования к калибровке продукции. Под калибровкой понимают разделение плодов и овощей по размерам. При этом продукцию разделяют: по наибольшему поперечному диаметру; по наименьшей массе; по длине плода.

В последние годы утверждены требования к плодоовощной продукции по остаточному количеству в ней пестицидов, нитратов, солей тяжелых металлов и радиоактивному заражению. Их количество не должно превышать максимально допустимых уровней и норм, утвержденных Министерством здравоохранения РФ.

Требования, предъявляемые к качеству заготавливаемых кормов

Увеличение производства продуктов животноводства требует значительного улучшения качества кормов. К основным видам кормов, заготавливаемых в сельскохозяйственных предприятиях, относят солому, сено, сенаж, силос и травяную муку. В условиях хозяйств с успехом вырабатываются некоторые виды комбикормов.

Солома. Солома — сухие стебли зерновых культур, остающиеся после обмолота. Различают солому яровую и озимую, мятликовых и бобовых растений. Ее употребляют в основном для кормления крупного рогатого скота. Вследствие невысокой питательности (в 100 кг содержится 22...40 кормовых единиц) и переваримости солому используют главным образом как добавку к рационам с большим количеством сочных кормов (то есть кормов растительного происхождения, содержащих в своем составе значительное количество воды — около 70...92%). Скармливать можно все виды соломы, кроме гречишной, которая иногда вызывает у животных покраснение кожи, опухоли суставов и сыпь.

Сено. Сено — грубый обезвоженный корм, получаемый воздушно-солнечной сушкой скошенной травы. В зависимости от ботанического состава и условий произрастания различают четыре вида сена — бобовое, злаковое, бобово-злаковое и сено естественных сенокосов. Сено каждого вида в зависимости от качества подразделяют на три класса. Влажность сена всех видов и классов не должна превышать 17%. Классность сена снижается при снижении содержания сырого протеина и каротина и увеличении клетчатки и минеральной примеси. В сене естественных сенокосов допускается содержание ядовитых и вредных растений в количестве 0,5% для I класса и 1% — для II и III классов. При определении качества сена учитывают его цвет, запах, пыльность, мягкость. Хорошее сено имеет зеленый цвет. При нарушении технологии заготовки и хранения сена оно приобретает цвет от зеленовато-желтого до темно-коричневого. Запах сена должен соответствовать данному виду и быть без признаков плесени, горелости, гнилостного запаха, запаха нефтепродуктов и других химических веществ.

Корма травяные, искусственно высушенные. К этой группе кормов относятся травяная мука, гранулы, брикеты и резка. Эти корма в зависимости от качества подразделяются на три класса. Их качество оценивают по цвету, запаху, содержанию каротина и клетчатки, влажности, крупности размола, размеру и прочности гранул, токсичности, наличию металломагнитной примеси и песка. Влажность для всех классов травяной муки должна быть в пределах 9...12%, гранул и брикетов —

9...14, резки — 10...15%. Содержание металлопримесей в 1 кг корма не должно превышать 50 мг/кг, песка — не более 0,7%. При подозрении на недоброкачественность, повышение влажности, а также в случае хранения свыше трех месяцев определяют токсичность искусственно высушенных кормов.

Сенаж и силос. Сенаж — корм из провяленных трав, консервированный в герметических условиях. Силос — сочный корм, приготовленный консервированием зеленой массы растений без доступа воздуха. В стандартах на сенаж и силос установлены оптимальные фазы развития растений, наиболее благоприятные для уборки. Запоздывание по срокам уборки ведет к ухудшению качества зеленой массы и снижению ее кормовой ценности. На сенаж и силос нормируется также влажность закладываемых на хранение трав. Для получения сенажа бобовые травы проявляют до 45...55%. Силос готовят из свежескошенной подвяленной до влажности 60...78% массы растений. Сенаж и силос различного ботанического состава подразделяют на три класса и неклассный. В основу деления на классы положены органолептические и химические показатели качества (цвет, запах, содержание сухих веществ, протеина, каротина и клетчатки). Сенаж и силос признаются качественными, если их кислотность не превышает 4,6. Важным показателем качества силоса и сенажа, свидетельствующим о правильности протекания процесса консервирования, является содержание масляной кислоты, которое не должно превышать 0,1...0,3%.

Контрольные вопросы

1. Классификация показателей качества зерна и семян зерновых, зернобобовых, масличных и эфиромасличных культур.
2. Какие виды кондиций применяют в практике хранения зерна?
3. Значение показателей свежести при оценке качества зерна.
4. Как влияет влажность и засоренность на расчеты за зерно при продаже?
5. Показатели мукомольных и хлебопекарных достоинств мягкой и твердой пшеницы.
6. Какие показатели нормируют при гигиенической оценке зерна?
7. В чем заключаются особенности нормирования сочной растениеводческой продукции?
8. Степени зрелости плодов и овощей.
9. Какие требования предъявляются к качеству заготавливаемых кормов?

Глава 4.

НАУЧНЫЕ ПРИНЦИПЫ ХРАНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ



Являясь источником энергии и различных питательных веществ, семена зерновых, фрукты, овощи и картофель должны быть обязательной составной частью пищи человека в течение всего года. Однако равномерно обеспечивать население этой продукцией можно лишь при хорошо налаженной системе хранения. При хранении растительной продукции ухудшается ее качество и наблюдаются значительные потери массы. Устойчивость продукта при хранении зависит, в частности, от его химического состава, физической структуры и реакции на воздействие факторов окружающей среды.

Во время уборки зерно, плоды и ягоды отделяют от растений. При этом в них нарушается естественный ход процессов обмена, неизбежно образуются механические повреждения.

У сорванной продукции остается меньше возможностей для борьбы с вредным действием микроорганизмов, но частично эти возможности сохраняются. Следует учитывать, что убранные растительные объекты все еще являются живыми организмами. В них продолжают свойственные растению жизненные процессы, и они в известной мере способны сопротивляться воздействию микробов и порче.

Техника и технология сохранения сельскохозяйственной продукции в свежем виде сводится к тому, чтобы возможно дольше поддерживать ее в таком жизнеспособном состоянии и дать ей возможность самой бороться с вредными влияниями окружающей среды и микрофлоры. Но, будучи отделенной от материнского растения, такая продукция находится в худших условиях, так как она уже не может получать какие бы то ни было вещества из растения. Все процессы в ней могут совершаться только за счет тех веществ, которые находились в ней самой в момент уборки. Поэтому при хранении сельскохозяйственной продукции одной из важнейших задач является регулирование в ней процессов дыхания и всех других жизненных процессов.

Так как все химические и биохимические процессы ускоряются с повышением окружающей температуры (до известного предела) и замедляются с ее понижением, то, в общем, все виды сельскохозяйственной

продукции целесообразно хранить при пониженных температурах. Для каждого вида продуктов установлены оптимальные (наиболее благоприятные) пределы температур, при которых они хорошо сохраняются в течение длительного времени без порчи и при незначительных потерях массы. Эти потери неизбежны вследствие расходования питательных веществ на дыхательные процессы, а также из-за подсыхания при испарении с их поверхности влаги.

Таким образом, способы хранения или консервирования продуктов, применяемые в практике, основаны на частичном или полном подавлении протекающих в них биологических процессов. Профессором Я. Я. Никитинским (1878...1941) впервые сформулированы четыре принципа хранения пищевых продуктов: биоиз (хранение в живом и свежем виде); анабиоз (хранение в замороженном или сухом состоянии); ценоанабиоз (консервирование кислотами или спиртом); абиоз (хранение в мертвом состоянии).

Принцип биоиза

Как показывает название (*от греч. bios — жизнь*), в данном случае продукт сохраняется в живом состоянии. Любой здоровый организм, обладая естественным иммунитетом, защищает себя от воздействия различных биологических объектов и всей окружающей среды. На использовании этой особенности и построен принцип биотического хранения. Принцип биоиза подразделяют на два вида: полный — эубиоз и частичный — гемибиоз.

Эубиоз — сохранение живых организмов до момента их использования. Так содержат предназначенный для убоя домашний скот, птицу, рыбу и другие живые организмы. Во избежание потерь массы и ухудшения качества продукта в этом случае необходимо соблюдение рациональных условий содержания, включая обеспеченность скота и птицы кормами. Принцип эубиоза имеет большое народнохозяйственное значение, так как позволяет более планомерно загружать перерабатывающие предприятия. Этот принцип дает также возможность получать мясные и другие продукты в свежем виде. Расходы на кормление и уход за животными оправдываются доброкачественностью конечных продуктов и более высокой ценой их реализации.

В то же время нарушение условий эубиоза, то есть недостаточное кормление, несвоевременное поение или неправильное содержание, наносит огромный ущерб. Скот или птица теряют массу, производитель получает меньше доходов, а потребитель вынужден пользоваться продукцией пониженного качества.



Гембиоз — принцип частичного биоза, или полубиоз. Пользуясь защитными иммунными свойствами таких частей растений, как клубни, корнеплоды, луковицы, плоды или ягоды, удается в течение определенного времени хранить их в свежем состоянии. Продолжительность сохранности растительных продуктов зависит от их особенностей и условий хранения. Например, тыква может сохранять свои пищевые достоинства при комнатной температуре до одного года, огурцы сохраняют свежесть лишь несколько дней, а зеленные овощи, такие как шавель, укроп, петрушка, без создания определенных условий вообще не сохраняют своих потребительских свойств.

Для сохранения продуктов в свежем состоянии более длительное время и для поддержания их сопротивляемости создают условия, замедляющие развитие биологических процессов и исключают обезвоживание продуктов. Это достигается хранением продуктов при температуре, близкой к 0 °С, и определенной влажности воздуха. На принципе гембиоза построено большинство хранилищ. Это самый распространенный вид хранения, и правильное его применение позволяет снабжать население свежими растительными продуктами в течение круглого года.

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, клещей и насекомых. Однако при подобном состоянии продукта они в нем не уничтожены; при возникновении благоприятных условий жизнедеятельность микроорганизмов и вредителей вновь активизируется. Поэтому принцип анабиоза еще называют принципом скрытой жизни. На его основе построено много эффективных способов хранения, однако существенным недостатком всех этих способов является их капиталоемкость.

Анабиоз может быть создан следующими пятью способами: 1) термоанабиоз (анабиоз, созданный понижением температуры); 2) ксероанабиоз (обезвоживание продукта); 3) осмоанабиоз (изменение осмотического давления); 4) ацидоанабиоз (создание определенной кислотности среды); 5) наркоанабиоз (использование анестезирующих средств). Наибольшее значение в народном хозяйстве имеют два вида анабиоза — термоанабиоз и ксероанабиоз.

Термоанабиоз — это хранение продуктов в охлажденном или замороженном состоянии. В зависимости от температуры хранения термоанабиоз подразделяется на два вида: психроанабиоз и криоанабиоз.

Психроанабиоз (хранение при температуре, близкой к 0 °С) применяется для овощей, плодов, ягод, яиц, молочных изделий, а также мяса и рыбы. Оптимальная температура хранения овощей, плодов и ягод — от -1 до 5 °С, мясных и рыбных продуктов — от -4 до 0 °С, яиц — до -1 °С. Повышение температуры от указанных пределов обычно сопровождается понижением сохранности продуктов в результате развития микроорганизмов, а у плодоовощной продукции — вследствие интенсификации дыхания и гидролитических процессов. В более широкой амплитуде психроанабиоз проявляется в зерновых массах. Так, уже при температуре ниже 8 °С процессы жизнедеятельности в них замедляются и не представляют опасности в течение длительного времени. При хранении в охлажденном состоянии особенного соблюдения режима температуры требуют скоропортящиеся продукты — мясо и рыба. В связи с этим такие продукты хранят с использованием постоянных источников холода — в холодильниках.

Криоанабиоз (хранение в замороженном состоянии) обеспечивает сохранность продуктов в течение длительного времени. Замораживание применяют в основном для хранения мяса и рыбы. Кроме того, данный способ широко используется в восточных районах страны для хранения сахарной свеклы. Кроме указанных продуктов, сейчас таким способом хранят свежие вишни, сливу, клубнику и другие фрукты. Перед употреблением замороженные продукты должны быть по определенным правилам оттаяны. Процесс оттаивания называется дефростацией.

Теория и практика замораживания показали, что существенное значение имеет как уровень низкой температуры, так и скорость этого процесса. При замораживании в продуктах проходят изменения физического, гистологического и коллоидного характера. Наблюдаются изменения в составе их микрофлоры. От режима и способа замораживания зависят размеры потерь массы продукта, его пищевые и вкусовые достоинства после дефростации и приготовления пищи.

Термоанабиоз широко применяется также при хранении зерновых масс, картофеля и овощей путем использования природного холода. Для понижения температуры в хранилищах и массе продуктов созданы условия для активного вентилирования, позволяющие использовать для охлаждения объектов суточные перепады температур.

В физическом смысле охлаждение и замораживание продуктов представляет собой отвод тепла и полное или частичное превращение в лед содержащейся в этих продуктах воды. При превращении воды в лед понижается температура продукта, а в окружающую среду выделяется тепло. Точка замерзания каждого продукта обуславливается в первую

очередь концентрацией клеточного сока. Например, точка замерзания сахарной свеклы зависит от содержания в корнеплоде сухих веществ и колеблется от -2 до -4 °С.

При замораживании продуктов происходит испарение влаги, а значит и потеря массы. Существуют нормы потерь массы от вымораживания. Скорость испарения влаги в процессе замораживания непрерывно уменьшается, так как уменьшается разность температур продукта и окружающей среды. Скорость замораживания продукта зависит от его размеров и толщины насыпи.

Из биологических аспектов замораживания следует отметить, что даже при низких температурах наблюдается дыхание клеток. Так, при температуре -7 °С в корнеплоде сахарной свеклы сохраняется известное количество живых клеток, дышащих даже на 45-й день. Ферменты в тканях в результате замораживания также полностью не инактивируются. При оттаивании наблюдается переход ферментов в раствор и повышение их активности. В частности, потемнение замороженных продуктов при дефростации вызывается усилением активности окислительных ферментов. При замораживании не убиваются и возбудители гнилей. Они также сильно активизируются при оттаивании.

В результате специальных лабораторных опытов пришли к выводу, что в замороженном объекте химический состав почти не меняется. В то же время при последующем оттаивании хранимый объект очень сильно изменяет свой химический состав и быстро портится.

Ксероанабиоз — хранение продуктов в сухом состоянии. Частичное или полное обезвоживание продуктов приводит практически к полному прекращению в них биохимических процессов и лишает микроорганизмы возможности развиваться. При значительном обезвоживании в продукте нет условий для существования насекомых и клещей. Влагу из продукта удаляют созданием условий, способствующих ее испарению. Процесс удаления влаги называют *сушкой*.

Так как в клетках свежих растительных продуктов пищевые вещества, входящие в их состав, растворены в воде, то по мере высушивания концентрация этого раствора постепенно увеличивается. Наступает момент, когда раствор становится настолько концентрированным, что создающееся в нем осмотическое давление делает невозможным всасывание питательных веществ клетками микроорганизмов. Достигнув такой концентрации, продукт перестает быть скоропортящимся, и его можно сохранять без порчи и ухудшения качества в течение длительного времени при условии, что содержание влаги не будет повышаться в процессе хранения. Такой уровень влажности составляет для лако-

вых от 12 до 14%, а при влажности менее 10% не развиваются многие насекомые. До этих же пределов (12...14%) обезвоживаются овощи. Большое количество воды (18...25%) оставляют в сушеных фруктах, так как в них содержится много сахара. Таким образом, обезвоживание продуктов следует рассматривать как прием, повышающий концентрацию субстрата (продукта) до таких пределов, при которых нет условий для нормального обмена веществ в клетках самого продукта, в клетках микробов и организме насекомых.

Если продолжать высушивание, то можно еще больше уменьшить содержание влаги в продуктах. Чем меньше влаги остается, тем меньше возможность их порчи вследствие жизнедеятельности микроорганизмов или активности различных ферментов. Но практически достижение более низкой и остаточной влажности в продуктах связано со значительными трудностями и не всегда возможно. Кроме того, в обычных условиях оно не всегда целесообразно.

Сушка — один из старейших способов предохранения продукции от порчи. В настоящее время сушильная техника превратилась в самостоятельную отрасль научных знаний. Наряду с совершенствованием методов и техники сушки давно известных ее объектов — зерна и семян, плодоовощной продукции, а также рыбы и мяса, — появилась возможность обезвоживать такие продукты, как молоко, яйца, соки. Например, при использовании метода вакуумной сушки (под разрежением) получают почти полностью обезвоженные продукты — сухое молоко (3...7% воды), яичный порошок (6...9% воды). 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 обладающих преимуществами по сравнению со свежими. Так, они занимают меньший объем, содержат питательные вещества в концентрированном виде, лучше усваиваются и более транспортабельны. Многие высушенные продукты при соответствующей обработке восстанавливают свои исходные свойства (например, сухое молоко). В сухом виде их используют как компоненты для приготовления новых продуктов, концентратов, кормовых смесей и комбикормов.

В сельском хозяйстве наиболее широко распространена сушка зерна и семян, плодов и овощей, волокнистых материалов и травы. Необходимо только отметить, что степень воздействия сушки на живые организмы может быть различной. Например, при сушке семян применяют режимы, при которых сохраняются их посевные качества.

Следует также различать сушку и подсушивание (подвяливание). Подвяливание противопоказано для сочных растительных объектов, хранение которых при частичной потере влаги ухудшается.

Осмоанабиоз — метод сохранения продуктов, основанный на создании повышенного осмотического давления в среде (продукте) путем введения соли или сахара. Повышение осмотического давления до определенного максимума защищает продукт от воздействия на него микроорганизмов и тем самым исключает гниение, плесневение и брожение.

Соление широко применяется для консервирования рыбы, овощей 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 берут 1,6...2,0 % соли от массы сырья. Для полного консервирования продуктов требуется соли 8...12 % от массы продукта, что соответствует осмотическому давлению от 5000 до 7000 кПа. Соль может применяться в растворе (мокрый посол) или в сухом виде (сухой посол). Сухим способом солят мясо и рыбу. При этом, растворяясь, соль проникает в ткани продукта, из него выделяется вода, в результате чего образуется рассол (тузлук). При мокром посоле готовят искусственный рассол, которым и заливают продукт. Технология посола очень разнообразна.

Сладкие консервы — варенье, джем, повидло, сиропы, желе и другие продукты — получают благодаря увариванию плодов и ягод с сахаром. Различаясь по внешнему виду готового продукта, они имеют одно общее качество — их уваривают до такой высокой концентрации сахара, при которой продукты не портятся, даже если они не укуперены в герметическую тару и не простерилизованы. Чтобы получить в готовом продукте высокую концентрацию сахара, его закладывают в больших количествах по отношению к массе сырья. Обычно вес сахара равен весу фруктов или превышает его на 20...30 %. При концентрации сахара 60...65 % оставшиеся после варки микробы не могут усваивать пищевые вещества, хотя и не погибают. Наоборот, создающееся осмотическое давление сахарного раствора приводит к тому, что жидкая часть содержимого клеток микробов переходит через оболочки в сироп, отчего сами микробы обезвоживаются и поэтому не могут проявлять свою жизнедеятельность. Однако при снижении концентрации сиропа хотя бы на несколько процентов восстанавливаются благоприятные условия для микробов и для брожения продуктов. С учетом этого свойства концентрированных сахарных растворов, их уваривают

до конечной концентрации сахара 65...74 % без последующей пастеризации. Такие продукты расфасовывают в горячем виде без герметичной укупорки, и они носят общее название *непастеризованных*. Но все же непастеризованные консервы обладают общими для них недостатками:

1. При хранении в помещениях с высокой относительной влажностью воздуха в тару может попасть влага, что вызывает брожение.

2. При указанной высокой концентрации сахар находится в насыщенном состоянии. При понижении температуры сахарный раствор из насыщенного становится перенасыщенным, в результате чего сахар выпадает из сиропа в осадок. Такое явление называют засахариванием. Оно часто наблюдается при хранении на холоде варенья и джемов. Учитывая это, в современной промышленности применяют технологию варки так называемых пастеризованных продуктов. Их готовят по таким же рецептурам, что и непастеризованные, но уваривают несколько меньше, с тем чтобы концентрация сахара достигла не 65...74, а 60%. Это не сказывается на пищевой ценности, вкусе и аромате продуктов, но исключает их засахаривание при длительном хранении. Такая продукция должна быть укупорена герметически.

Ацидоанабиоз — метод консервирования продуктов, основанный на создании в них кислой среды введением допустимых в пищевом отношении кислот. Известно, что гнилостные бактерии 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 размножаются. Поэтому при подкислении продуктов некоторыми органическими кислотами происходит частичная консервация. Для пищевых целей используют уксусную кислоту, виноградный и плодово-ягодные уксусы, также содержащие до 3...5 % уксусной кислоты и обладающие лучшим ароматом и вкусом. Применение уксусной кислоты совместно с пряностями называют *маринованием*. Маринуют овощи, фрукты, грибы и другие продукты.

Консервирующее действие уксусной кислоты проявляется уже при концентрации от 0,2 до 0,3 % по отношению к общей массе маринуемых продуктов, считая и заливочную жидкость, которая называется маринадом.

Однако при малой концентрации консервирующее действие уксусной кислоты слабое. Слабокислые маринады, содержащие 0,4...0,6 % уксусной кислоты, хотя и отличаются хорошим вкусом, но не очень стойки при хранении. Поэтому при выработке слабокислых маринадов необходимо использовать другие консервирующие факторы — хранение маринадов в негерметичной таре в холодных помещениях или же

расфасовку в герметически укупориваемую тару с дальнейшей пастеризацией при температуре не ниже 100 °С. Если концентрацию уксусной кислоты повысить до 0,6...0,8 %, то получатся кислые маринады. Они имеют более острый вкус, но значительно устойчивее при хранении, хотя и их тоже рекомендуется пастеризовать. Острые маринады с содержанием уксусной кислоты от 1,2 до 1,8 % имеют очень резкий кислый вкус. Эти маринады не требуют пастеризации и их можно хранить в негерметичной таре.

Важнейший прием, также основанный на принципе ацидоанабиоза, — это силосование зеленых кормов.

Наркоанабиоз — принцип, основанный на применении некоторых химических веществ, оказывающих на живые организмы в массе продукта анестезирующее действие. Для этого используют хлороформ, эфир, углекислый газ и другие вещества.

Удаление кислорода, или **аноксианабиоз**, также исключает возможность развития аэробных плесеней, насекомых и клещей. На практике аноксианабиоз создают при содержании продуктов в герметических условиях, вводя для вытеснения кислорода углекислый газ или азот. Возможна и самоконсервация продукта, наступающая после периода, в течение которого кислород расходуется при дыхании компонентов, находящихся в продукте. Этот метод используют при хранении продовольственного и кормового зерна, плодов, ягод, травяной муки, мяса и других продуктов. Оптимальный состав газовой среды для хранения различных продуктов определяют по соотношению кислорода, азота и углекислого газа.

Принцип ценоанабиоза

Этот принцип основан на создании благоприятных условий для определенной группы микроорганизмов. Этим удастся предупредить размножение микроорганизмов, портящих продукт, так как они не могут развиваться вследствие накопления в среде веществ, выделяемых полезной микрофлорой. Для создания определенной направленности микробиологических процессов в продукт вводят ту или иную культуру микроорганизмов. В практике используют две группы микроорганизмов: молочнокислые бактерии и дрожжи. Молочнокислые бактерии накапливают 1...2 % молочной кислоты. Это принцип **ацидоценоанабиоза**. При использовании дрожжей выделяется при брожении 10...14 % этилового спирта. Этиловый спирт является сильным ядом для бактерий, а принцип называется **алкоголеценоанабиозом**. При достижении в продукте максимальной концентрации молочной кислоты (около 2%)

или спирта (около 14%) прекращают свою жизнедеятельность и микроорганизмы, вырабатывающие данные вещества.

Принцип хранения продукции на основе ацидоценоанабиоза используется при силосовании кормов, приготовлении и сохранении молочнокислых продуктов, при солении, мочении и квашении плодов и овощей. Алкоголестоаноанабиоз используют в виноделии. Сбраживая соки винными дрожжами, получают натуральные столовые вина, содержащие до 9...14% спирта. При этом сохраняются все полезные свойства сока.

Принцип абиоза

Принцип абиоза предусматривает отсутствие живых начал в продукте. При этом либо весь продукт превращается в мертвую и стерильную органическую массу, либо в нем уничтожаются только микроорганизмы или насекомые. Принцип абиоза имеет несколько модификаций.

Термостерилизация, или термоабиоз, — это обработка продуктов повышенной температурой. Наиболее распространенный способ термоабиоза — консервирование в герметической таре. Так вырабатывают овощные, плодовые, мясные, рыбные, молочные и смешанные консервы. Термообработку проводят в автоклавах при повышенном давлении, что обеспечивает получение температуры 100 °С и выше.

Для термостерилизации используют также токи высокой и ультравысокой частоты (ВЧ и УВЧ). При этом образование тепла происходит внутри стерилизуемого материала.

Термостерилизацию проводят и при более низкой температуре. Если желательно сохранить продукт в свежем виде несколько суток, 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 до 100 °С и выше. Этот прием получил название *пастеризации*, по имени ученого Луи Пастера, впервые разработавшего и применившего его.

Химическая стерилизация, или химабиоз, предусматривает обработку продуктов антисептиками (для уничтожения микроорганизмов) или инсектицидами (для уничтожения насекомых). Однако применение химических веществ ограничено прежде всего тем, что многие из них ядовиты для человека.

Химические средства могут использоваться в жидком, аэрозольном или парообразном состоянии. Ими может обрабатываться не только продукция, но и хранилища.

В пищевой промышленности в качестве консервантов применяют сорбиновую кислоту (C_5H_7COOH) и ее соли (сорбаты), бензойную кислоту (C_6H_5COOH) и ее соли (бензоаты), сернистую кислоту (H_2SO_3), сернистый ангидрид (SO_2), бисульфит натрия ($NaHSO_3$). Обработку плодов и овощей соединениями серы называют *сульфитацией*.

Применяемые консерванты должны соответствовать следующим требованиям санитарного законодательства:

- оказывать сильное действие на микрофлору или насекомых, вызывающих порчу продуктов;
- быть совершенно безвредными для организма человека или обладать такими свойствами, чтобы их можно было полностью вывести из продукта по окончании хранения;
- не сообщать продукту посторонних привкусов, запаха;
- быть удобными и безопасными в применении;
- расщепляясь в организме человека, консерванты не должны образовывать токсических веществ;
- должны определяться доступными методами, что обеспечит контроль за содержанием их в пищевых продуктах.

К средствам химического абиоза относится *копчение*. Его применяют для консервирования изделий из рыбы и мяса. Дым, образующийся при сжигании древесины, является хорошим антисептиком. В нем содержится около 400 различных химических соединений, поэтому его бактерицидное действие очень велико.

Механическая стерилизация — этот вид стерилизации основан на удалении из продукта различных болезнетворных микроорганизмов путем фильтрования или центрифугирования. Пропуская через специальные фильтры, задерживающие клетки микроорганизмов, продукты частично стерилизуют без нагревания. Этот способ обычно используется при стерилизации жидких прозрачных продуктов, таких как виноградный, яблочный соки и др.

Лучевая стерилизация — прием стерилизации, направленный на уничтожение как микроорганизмов, так и насекомых с помощью ультрафиолетовых, инфракрасных, рентгеновских, β - и γ -лучей. Такая обработка скоропортящихся продуктов позволяет некоторое время сохранять их без применения холода. При этом не происходит изменения вкусовых и пищевых достоинств продукта. Однако этот метод пока требует своего дальнейшего совершенствования.

Таким образом, очевидно, что существует много различных способов, позволяющих продлить срок хранения продукции. Это тем более важно, что в настоящее время недостаток сельскохозяйственных про-

дуктов связан не только с ростом населения в мире, но и со все еще значительными потерями их при хранении.

Контрольные вопросы

1. Основные научные принципы хранения сельскохозяйственной продукции по Я. Я. Никитинскому.
2. Значение принципа биоза в народном хозяйстве.
3. Характеристика модификаций принципа анабиоза.
4. Распространение и модификации принципа абиоза.
5. Основные способы хранения продуктов, базирующиеся на принципах Я. Я. Никитинского.
6. Каковы перспективы в области развития принципов хранения?



Глава 5.

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗЕРНОВЫХ МАСС И ЗЕРНОВЫХ ПРОДУКТОВ



Физические свойства зерновых масс

Партии зерна, хранящиеся в насыпях, принято называть зерновыми массами. Зерновая масса представляет собой совокупность зерен основной культуры, зерен других культурных растений, примесей минерального и органического происхождения, микроорганизмов, воздуха межзернового пространства, а также вредителей хлебных запасов. Присутствие в зерновой массе различных компонентов придает ей специфические свойства, которые необходимо учитывать при обработке и хранении. Все свойства зерновой массы разделяют на две группы: физические и физиологические (см. гл. 7).

Независимо от культуры все партии зерна обладают следующими физическими свойствами: сыпучестью, самосортированием, скважистостью, сорбционными, теплофизическими и массообменными свойствами.

Сыпучесть, самосортирование, скважистость и сорбционные свойства зерновых масс. *Сыпучесть.* Это способность зерновой массы перемещаться по какой-либо поверхности, расположенной под углом к горизонту. Обычно сыпучесть зерновой массы характеризуют углом трения или углом естественного откоса. Под углом трения понимают наименьший угол, при котором зерновая масса начинает скользить по какой-либо поверхности. Под углом естественного откоса понимают угол между диаметром основания и образующей конуса, получающегося при свободном падении частиц зерновой массы на горизонтальную плоскость. Кроме этих показателей определены коэффициенты трения зерновой массы при перемещении по различным поверхностям и в покое.

Хорошая сыпучесть зерновых масс позволяет легко перемещать их при помощи норий, транспортеров и пневмотранспортеров, загружать в различные по размерам и форме хранилища, а также перемещать их, используя принцип самотека.

На сыпучесть зерновой массы влияет много факторов. Основными из них являются: форма, размеры, характер и состояние поверхности

зерен; влажность; количество примесей и их видовой состав; материал, форма и состояние поверхности, по которой перемещают зерновую массу.

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

Примеси, как правило, понижают сыпучесть зерновой массы. При большом содержании соломы, мякины, а также семян сорняков с цепкой и шероховатой поверхностью сыпучесть может быть почти потеряна. Такую зерновую массу без предварительной очистки нельзя загружать в силосы элеватора.

С увеличением влажности зерновой массы ее сыпучесть также значительно понижается. Это явление характерно для всех зерновых масс.

В процессе хранения зерновых масс их сыпучесть может меняться, а при неблагоприятных условиях хранения может быть потеряна полностью. Поэтому по сыпучести в некоторой степени можно судить о состоянии зерновой массы при хранении.

Самосортирование. Это способность зерновой массы терять однородность при перемещении и в свободном падении. Всякое перемещение зерновой массы сопровождается ее самосортированием, то есть неравномерным расслоением входящих в нее компонентов по отдельным участкам насыпи. Это создает предпосылки к возникновению в зерновой массе нежелательных явлений — самоогревания, слеживания, развития микроорганизмов и вредителей.

Самосортирование является следствием сыпучести зерновой массы и неоднородности входящих в ее состав частиц. Любое перемещение зерновой массы обязательно сопровождается самосортированием частиц по удельной массе и массе 1000 зерен. Так, при толчках, испытываемых ею во время перевозок, частицы, имеющие малый удельный вес (легкие примеси, семена в цветочных пленках, щуплые зерна), перемещаются в верхние слои насыпи.

При свободном падении твердых частиц зерновой массы ее самосортированию способствуют аэродинамические свойства — парусность, или скорость витания. Под скоростью витания понимают такую скорость воздушного потока в вертикальном канале, при которой зерновки находятся в подвешенном состоянии (витают). Скорость витания зависит от формы, размеров, удельной массы и массы 1000 зерен. Чем

больше проекция зерна на плоскость, перпендикулярную к оси перемещения, и чем меньше его вес — тем большее сопротивление падению зерна оказывает воздух.

В пределах, не имеющих практического значения, самосортирование происходит при перелопачивании зерна, а наибольшее — при загрузке или выгрузке силосов элеваторов. В результате самосортирования в силосе образуются участки зерновой массы, по своему составу резко отличающиеся один от другого. У стен скапливаются главным образом мелкие и шуплые зерна, мелкие примеси, пыль и микроорганизмы. Влажность этих участков зерновой массы обычно выше средней влажности всей партии, поэтому в них легче развиваются вредители и болезни. В центральной части силоса размещаются наиболее крупные, выполненные зерна и минеральные примеси, имеющие большой удельный вес. При выпуске зерна из силосов сначала выходит тяжелая центральная часть насыпи и только затем пристеночная с семенами сорняков, половой, пылью и менее ценным зерном. При переработке такого зерна получают продукцию плохого качества.

При загрузке зерновой массы в склады, особенно с использованием принципа самотека, происходит такое же самосортирование, как и при заполнении зерном силосов элеваторов, что способствует развитию различных физиологических процессов, приводящих к частичной или полной порче зерна. Таким образом, самосортирование зерновой массы ухудшает условия ее хранения и переработки.

Учитывая способность зерновой массы к самосортированию, необходимо строго придерживаться установленных правил отбора точечных проб, из которых составляют образцы для определения качества зерна. В противном случае эти образцы не будут характеризовать среднее качество всей партии.

Скважистость. Промежутки между твердыми частицами в зерновой массе, заполненные воздухом, получили название скважистости. Скважистость основных полевых культур колеблется в широких пределах — от 35 до 80 %.

Наличие скважин в зерновой массе влияет на многие физические и физиологические процессы, протекающие в ней. Так, воздух, перемещающийся по скважинам, способствует передаче тепла путем конвекции и перемещению влаги через зерновую массу в виде пара. Значительная газопроницаемость зерновых масс позволяет использовать это свойство для продувания их воздухом при активном вентилировании или вводить в них пары различных отравляющих веществ для обеззараживания. Запас воздуха в межзерновых пространствах нужен для сохранения жизнеспособности семян.

Для практики хранения зерновых масс имеет значение как общая величина скажистости, так и ее структура. Чем больший объем в зерновой массе занимают скажины, тем меньше ее объемный вес. Следовательно, для размещения зерновых масс с большой скажистостью необходима и большая по объему емкость зернохранилищ.

Размер и форма скажин (крупные и мелкие) влияют на воздухо- и газопроницаемость зерновых масс, сорбционные свойства и сопротивляемость воздуху при активном вентилировании.

Скажистость зерна E , %, определяют по формуле

$$E = \frac{V_1 - V}{V_1} 100,$$

где V_1 — насыпной объем зерновой массы, м³; V — истинный объем самого зерна, м².

Скажистость зерновой массы зависит от формы, упругости, размеров и состояния поверхности зерен, от качества и характера примесей, от веса и влажности зерновой массы, а также формы и размеров хранилища. Зерновая масса обладает меньшей скажистостью и укладывается более плотно, если она в своем составе имеет крупные и мелкие зерна. Выровненные зерна или зерна со сморщенной поверхностью укладываются менее плотно. Крупные примеси обычно увеличивают скажистость, мелкие легко размещаются в межзерновом пространстве и уменьшают ее. Скажистость возрастает с увеличением влажности зерновой массы. В случае увлажнения уже сложенного в хранилище зерна оно набухает, увеличивается в объеме, и в связи с этим зерновая масса несколько уплотняется. В результате значительно снижается сыпучесть и создаются предпосылки к слеживанию.

Формы и размеры складского помещения, вес засыпанной в него зерновой массы также влияют на *плотность укладки*. С увеличением площади поперечного сечения силоса зерновая масса укладывается плотнее. По мере увеличения высоты насыпи плотность укладки в нижних слоях увеличивается до определенного размера, после чего уже не изменяется. Плотность укладки увеличивается также при долгом хранении. В связи с самосортированием скажистость в различных участках зерновой массы может быть неодинаковой. Это обстоятельство приводит к неравномерной обеспеченности воздухом отдельных участков зерновой массы.

Плотность зерна представляет собой содержание массы зерен в единице объема. Эта величина у различных культур колеблется от 325...440 кг/м³ (подсолнечник) до 730...840 кг/м³ (пшеница). Плот-

ность суммарно отражает целый контекст других физико-химических свойств зерна, а именно массу 1000 зерен, структуру, химический состав, соотношение анатомических частей, стекловидность и др.

Сорбционные свойства. Это способность поглощать из окружающей среды пары различных веществ или газы и выделять их. В зависимости от свойств сорбентов и поглощаемых веществ сорбцию подразделяют на адсорбцию (накопление одного вещества на поверхности другого; в общем случае, это изменение концентрации вещества на границе раздела фаз) и абсорбцию (захватывает не только поверхность раздела фаз, но и весь объем сорбента), хемосорбцию (поглощение одного вещества другим, сопровождающееся их химическим взаимодействием) и капиллярную конденсацию (сжижение пара в капиллярах, щелях или порах в твердых телах). Все виды сорбционных явлений наблюдаются в зерновой массе, и очень часто их невозможно разделить. Поэтому суммарный результат этих процессов называют сорбцией, а степень способности зерновой массы поглощать пары и газы при различных условиях — сорбционной емкостью. Сорбционные пары и газы при определенных условиях могут улетучиваться из зерновой массы, что называют десорбцией.

Значительная сорбционная емкость зерновой массы объясняется капиллярно-пористой, коллоидной структурой каждого зерна и скважистостью всей массы. Каждое зерно, как многоклеточный организм, представляет собой пористое тело с сильно развитой поверхностью. Между отдельными клетками и тканями зерна имеются макро- и микрокапилляры и поры. Диаметр макропор составляет $10^{-3} \dots 10^{-4}$ см, а микропор — 10^{-7} см. Крупные поры в основном сосредоточены в оболочках, мелкие — в эндосперме зерна. Стенки макро- и микропор участвуют в процессах сорбции молекул и паров газов. В результате активная поверхность зерна находится в пределах $200 \dots 250 \text{ м}^2/\text{г}$, что в 200 тыс. раз больше видимой истинной поверхности зерна. Таким образом, величина активной поверхности характеризует зерно как активный сорбент, а сорбционные явления наблюдаются не только на поверхности зерна, но в еще большей степени во внутренних участках.

Все явления сорбции, происходящие в зерновой массе при транспортировании, обработке и хранении, можно разделить на две группы: сорбцию и десорбцию различных газов и паров; сорбцию и десорбцию паров воды.

Сорбция и десорбция различных газов и паров. Зерно, находясь в среде различных газов и паров, интенсивно сорбирует их, и обратно удалить их (десорбировать) очень трудно. Зерно способно поглощать пары и газы различных нефтепродуктов, фенола, эфирных масел семян,

сорняков, почти все фунгициды (от *лат.* *fumigo* — дымлю; пестициды, применяемые в газо- или парообразном состоянии или выделяющие газообразное действующее вещество во время применения). Последние вступают в химические взаимодействия с веществами зерна, то есть хемосорбируются.

Если при обмолоте в зерновую массу попадают части сорных растений, например полыни, то содержащиеся в них эфирные масла легко сорбируются и зерно приобретает полынный запах и горький вкус. Партии зерна с посторонним запахом — это дефектные партии, которые надо хранить отдельно от нормального зерна. Их дополнительно обрабатывают с целью устранения постороннего запаха, что увеличивает расходы на хранение. Чтобы избежать ухудшения качества зерновых масс в результате сорбции паров различных веществ, хранилища и транспортные средства должны быть чистыми, без посторонних запахов.

Сорбция и десорбция паров воды. Способность зерновой массы поглощать пары воды из воздуха или выделять их в воздушное пространство называют *гигроскопичностью*. Практика показывает, что при хранении зерна в производственных условиях наблюдается самопроизвольное изменение влажности зерна. При хранении его при влажной атмосфере происходит увлажнение, а в сухой — подсыхание. В результате взаимодействия зерновой массы с окружающей средой влажность зерна непрерывно изменяется до установления равновесной.

Равновесная влажность. Равновесная влажность зерна — это влажность, при которой наступает состояние равновесия между влажностью зерна и окружающей среды, после чего изменение влажности хранящейся массы зерна прекращается.

Равновесную влажность используют для выбора режимов активного вентилирования и сушки зерна, а также для выявления условий безопасного хранения зерна, при которых жизнедеятельность всех живых компонентов зерновой массы мала. Она зависит от сорбционных свойств зерна, относительной влажности и температуры воздуха. Максимальная равновесная влажность зерна злаков устанавливается при 100 %-ной относительной влажности воздуха и равна 33...36 %. Это тот предел, до которого зерно может сорбировать пары воды из воздуха. Влажность выше максимальной равновесной возможна только при впитывании зерном капельно-жидкой влаги. Влажность зерна 7...10 % устанавливается при относительной влажности воздуха 15...20 %. Это нижний предел влажности зерна в производственных условиях.

Зерно различных культур из-за различия по химическому составу имеет неодинаковую равновесную влажность. Она выше у семян бо-

бовых культур, меньше — у зерновых и еще меньше — у масличных. Снижение этой величины объясняется увеличением количества жира в семенах и уменьшением гидрофильных коллоидов.

Равновесная влажность зависит от температуры окружающего воздуха, так как изменение температуры воздуха влечет и изменение его относительной влажности. Повышение температуры на 10 °С при неизменной относительной влажности воздуха вызывает уменьшение равновесной влажности на 0,6...0,7%. Поскольку атмосферные условия меняются в течение суток, месяца и года, то и состояние зерна по влажности тоже будет колебаться. Поэтому контроль за влажностью в течение суток при приемке, хранении и обработке зерна — обязательное условие предотвращения потерь.

На величину равновесной влажности зерна влияет явление *сорбционного гистерезиса*. Смысл этого явления заключается в том, что равновесная влажность зерна в процессе сорбции всегда меньше равновесной влажности при десорбции. Эта разница колеблется в пределах от 1 до 2%. В силу этого явления в зерновой массе никогда не наблюдается полного выравнивания влажности отдельных зерен. Вместе с тем разнокачественность зерновой массы по влажности может быть причиной нежелательных процессов при хранении.

Гистерезис и гигроскопичность зерна обуславливают необходимость очистки свежубранного зерна для удаления различных примесей, так как влажность некоторых во много раз превышает влажность самого зерна. Промедление с очисткой приводит к увлажнению зерна в результате перераспределения влаги. Влажность, являясь основным фактором сохранности зерновой массы, различна в разных местах насыпи. Наличие в зерновой массе более увлажненных участков с повышенной физиологической и микробиологической активностью затрудняет сохранность зерна. Изучение причин такого различия по влажности показывает, что большинство из них носит объективный характер и неустранимо, другие — можно устранить.

Различная влажность анатомических частей зерна, обладающих неодинаковой гигроскопичностью вследствие их строения и химического состава, объясняет неравномерное распределение влаги в самом зерне. Влажность зародыша зерна пшеницы всегда выше, чем остальной части зерна. В зернах пленчатых культур более увлажнено ядро, менее — цветковые пленки. В семенах подсолнечника лужга имеет большую влажность, чем ядро.

Распределение влаги в зерновой массе зависит от выполненности и крупности зерна. Мелкие, щуплые и битые зерна имеют большую активную поверхность и влажность. Они более гигроскопичны, дышат

более интенсивно, чем выполненные, и являются хорошей средой для развития микроорганизмов и насекомых. Удаление этих фракций при первичной обработке зерна придает партии большую стойкость при хранении.

Равновесная влажность быстрее и раньше устанавливается в верхних слоях насыпи, окруженных атмосферным воздухом. На зерно нижних и особенно средних слоев насыпи воздействие атмосферы будет во времени и по характеру иное. Поэтому влажность зерна, находящегося в различных слоях насыпи, неодинакова. Она постоянно меняется вследствие изменения параметров наружного воздуха и других причин.

Выделение влаги и теплоты всеми живыми компонентами в результате жизнедеятельности повышает влажность зерновой массы и воздуха межзерновых пространств.

Вследствие самосортирования в некоторых участках насыпи жизнедеятельность будет различной, поэтому и влажность отдельных участков зерновой массы может быть неодинаковой.

Существенное значение при хранении зерна имеют перемещение влаги под влиянием перепада температур между отдельными слоями насыпи и явления термовлагопроводности. Неравномерное распределение влаги в зерновой массе усиливается и неудовлетворительным состоянием зернохранилищ.

Из всех перечисленных причин неравномерного распределения влаги основным считается относительная влажность и температура воздуха. Однако характер изменения влажности зерновой массы при хранении является следствием всех указанных причин, что обуславливает необходимость ведения систематического контроля за изменением влажности в различных слоях насыпи.

Теплофизические и массообменные свойства зерновой массы. Отдельные зерна и зерновая масса в целом обладают рядом теплофизических свойств, из которых для зерна как объекта хранения наибольшее значение имеют теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность, термовлагопроводность. Эти свойства характеризуют сложное явление тепло-массообмена в зерновой массе, происходящего главным образом путем конвекции и кондукции. Кондукция — это передача тепловой энергии при непосредственном соприкосновении частиц зерновой массы между собой. Явление конвекции наблюдается только в жидкостях и газах — это передача тепла молекулярным путем, то есть частицами воздуха межзерновых пространств в хранящемся зерне.

Теплоемкость зерна показывает, какое количество тепла требуется для нагревания его на один градус, и выражается величиной удельной

теплоемкости c_3 , Дж/(кг·К). Теплоемкость зерна почти вдвое больше теплоемкости воздуха и значительно меньше теплоемкости воды. С ростом влажности зерна его теплоемкость возрастает, так как теплоемкость сухой части зерна составляет более 1550 Дж/(кг·К), а теплоемкость воды — 4190 Дж/(кг·К). Поэтому теплоемкость зерна обычно рассчитывают как средневзвешенную величину между теплоемкостями сухого вещества зерна и воды по формуле

$$c_3 = c_c + \frac{1 - c_c}{100} \cdot w,$$

где c_c — теплоемкость сухого вещества зерна, Дж/(кг·К); w — относительная влажность зерна, %.

Теплоемкость учитывают при сушке, так как расход тепла зависит от исходной влажности зерна.

Теплопроводность характеризует теплопроводящую способность зерна и определяется коэффициентом теплопроводности λ . У зерновой массы он находится в пределах 0,13...0,2 Вт/(м·К), что указывает на низкую теплопроводность (например, у меди — 300...390 Вт/(м·К)). Низкая теплопроводность зерновой массы обусловлена ее органическим составом и наличием воздуха. С увеличением влажности зерновой массы теплопроводность растет, но все же остается низкой.

Температуропроводность определяет скорость изменения температуры зерновой массы, то есть скорость ее нагрева или охлаждения, и определяется по формуле

$$\alpha = \frac{\lambda}{c\rho},$$

где α — температуропроводность зерна, м²/с; c — удельная теплоемкость, Дж/(кг·К); λ — коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К); ρ — плотность зерна, м³/кг.

Зерновая масса характеризуется низким коэффициентом температуропроводности, который колеблется в пределах $(1,7...1,9) \cdot 10^{-7}$ м²/с. Поэтому при хранении передача тепла в зерновой массе от верхних слоев к нижним происходит очень медленно. В силу этого температура в среднем слое насыпи остается неизменной длительное время. Таким образом, происходит медленное нагревание хранящегося летом зерна и медленное охлаждение зерна зимой — удерживается летнее тепло.

С точки зрения сохранности зерновых масс низкие тепло- и температуропроводность имеют как положительное, так и отрицательное значение.

Положительное значение состоит в том, что имеется возможность сохранять низкую температуру зерновой массы даже в теплое время года. Понижение температуры замедляет все физиологические процессы, и благодаря этому зерновую массу можно консервировать холодом.

Отрицательное значение низкой тепло- и температуропроводности заключается в том, что при наличии благоприятных условий для жизнедеятельности зерна, микроорганизмов и насекомых выделяемое ими тепло может задерживаться в зерновой массе и приводить к повышению ее температуры, то есть самосогреванию.

Скорость изменения температуры в зерновой массе зависит от способов хранения зерна и вида зернохранилищ. При хранении в складе, где толщина слоя зерновой массы небольшая и зерно более доступно действию атмосферного воздуха, температура изменяется значительно быстрее, чем в силосах элеваторов. При хранении в силосах наибольшие температурные изменения происходят в участках силосов, которые непосредственно соприкасаются с воздухом.

Термовлагодпроводность — это перемещение влаги в зерновой массе, обусловленное градиентом температуры. Интенсивность термовлагодпроводности характеризуется градиентным коэффициентом η (%/К), показывающим, какой градиент влажности соответствует температурному градиенту, равному одному градусу на метр. В результате термовлагодпроводности влага в зерновой массе перемещается в направлении теплового потока — от слоев более нагретых к менее нагретым.

Явление перемещения влаги в зерновой массе при хранении имеет большое практическое значение. Оно возникает всегда при перепадах температур в различных слоях насыпи, и особенно в периоды максимальных градиентов температур в осенне-зимний и весенне-летний периоды. Неравномерный обогрев стен хранилищ, размещение теплой зерновой массы на холодные полы складов, солнечная сушка также способствуют возникновению перепада температур в зерновой массе и миграции влаги из слоев с большей температурой к слоям более холодным.

При охлаждении влажного воздуха в этих слоях до температуры ниже точки росы из него будет выпадать влага в виде капелек, то есть произойдет конденсация влаги. Таким образом, в результате термовлагодпроводности отдельные слои насыпи увлажняются и усиливают свою жизнедеятельность. В них может возникнуть самосогревание и даже прорастание зерна.

Физические свойства муки и крупы

По физическим свойствам (сыпучести, скважистости, сорбционной емкости и теплофизическим характеристикам) эти продукты отличаются от зерна.

Мука состоит из мелких частиц различной величины и формы с высоким коэффициентом внутреннего трения. Сыпучесть муки меньше сыпучести зерновой массы. С увеличением влажности сыпучесть ухудшается. При влажности муки 16% и более она становится малоподвижным продуктом.

Сыпучесть различных видов крупы может быть меньше или больше сыпучести зерновой массы. Если после удаления цветковых пленок с зерновок получают крупу с более гладкой поверхностью, чем у зерна, то сыпучесть ее увеличивается. Если поверхность крупы шероховатая, то сыпучесть ее меньше, чем у зерна. Так, зерно проса, риса, семена гороха обладают большей сыпучестью, чем пшено, гороховые и некоторые виды рисовой крупы.

Скважистость муки и крупы составляет 40...60%. Однако скважины муки и некоторых видов круп (манная) имеют мелкопористую структуру, что определяет меньшую газопроницаемость и затрудняет проникновение насекомых и клещей в ее массу. Вредители в этих продуктах обычно сосредотачиваются на поверхности насыпи или мешков.

Мука и крупа обладают способностью к сорбции и десорбции различных газов и паров. Эти зерновые продукты при хранении могут приобретать посторонние запахи и изменять свою влажность вследствие воздействия на них окружающего воздуха. Нарушение капиллярно-пористой структуры при размоле зерна, удаление оболочек приводят к уменьшению сорбционной емкости и к изменению гигроскопичности муки и крупы. Так, величина активной поверхности муки на единицу массы больше, чем у зерна. В связи с этим мука значительно быстрее поглощает пары воды из воздуха и скорее достигает равновесной влажности, чем зерновая масса. Однако ее величина у муки меньше, чем у зерна. Равновесная влажность крупы выше, чем зерна; это объясняется особенностью распределения влаги в зерне крупяных культур.

При хранении, в связи с изменением температуры и относительной влажности воздуха, влажность отдельных слоев муки и крупы будет различна. Это обуславливает необходимость постоянного контроля за состоянием муки и крупы при хранении.

Особенности физических свойств муки сказываются на характере изменения ее влажности в производственных условиях. Если муку хранят в мешках, то ее влажность заметно изменяется лишь в слоях,

прилегающих к мешковине. Внутри мешка ее влажность довольно постоянна.

Теплофизические свойства муки и крупы характеризуются низкой тепло- и температуропроводностью. Поэтому их следует охладить перед хранением. При перепаде температур в партиях муки и крупы возникает перемещение влаги по направлению потока теплоты и может произойти конденсация, что опасно при хранении продуктов переработки зерна. Для предотвращения выпадения конденсационной воды нижний ряд мешков с продукцией необходимо укладывать на деревянные поддоны.

Контрольные вопросы

1. Общая характеристика зерновой массы как объекта хранения.
2. Классификация физических свойств зерновой массы.
3. Практическое значение сыпучести и самосортирования зерна при хранении.
4. Какие факторы влияют на сыпучесть зерна?
5. Сорбционные свойства зерна.
6. Какое значение имеет равновесная влажность зерновой массы?
7. Явление термовлагопроводности и ее влияние на сохранность зерна.
8. Физические свойства муки и крупы.



Глава 6.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗЕРНА ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ХРАНЕНИЮ И ПЕРЕРАБОТКЕ

Строение и химический состав зерна различных культур



Строение и химический состав зерна различных культур. Качество зерна как сырья для различных отраслей промышленности характеризуется не только химическим составом, определяющим его пищевую ценность. Существенное значение имеют и показатели, влияющие на выход продукта и возможность максимального извлечения из зерна наиболее ценных питательных частей. Например, такие признаки, как бороздка, форма зерна и стекловидность эндосперма пшеницы, сильно влияют на процесс переработки и выход муки. Поэтому, наряду с химическим составом зерна, необходимо знать его морфологические и анатомические особенности.

В практике часто семена и плоды, такие как зерновка, семянка, орех, называют одним термином — **зерно**. Таким образом, под зерном понимают продукцию зернового производства. Если плоды сельскохозяйственных культур предназначены для посева, то к ним применяется термин *семена*.

Злаковые культуры. Типичным представителем зерновок злаковых культур, относящихся к классу однодольных, является плод пшеницы. Строение зерновки пшеницы типично для всех хлебных злаков. Плод пшеницы удлиненной формы. Выпуклая сторона плода называется спинкой. Противоположная сторона зерновки — брюшко, имеет бороздку. На верхушке плода имеется хохолок, состоящий из выростов эндосперма. В нижней части располагается зародыш.

Величина зерновки пшеницы, а также других плодов и семян определяется тремя измерениями: шириной — наибольшим расстоянием между боковыми сторонами; длиной — расстоянием от основания до вершины и толщиной — расстоянием между брюшком и спинкой.

Злаки, имеющие плоды, похожие на зерновку пшеницы, относятся к настоящим злакам (первая группа). У просовидных злаков (вторая группа) зерновка не имеет ни бородки, ни бороздки. К ним относят просо, рис, кукурузу и сорго.

Анатомическое строение злаковых культур различается незначительно. Зерновка состоит из трех основных частей: зародыша, эндосперма и оболочки. Имеются две оболочки: верхняя — плодовая и под ней — семенная. Внутренняя часть зерновки называется эндоспермом (рис. 1). Слой эндосперма, прилегающий к семенной оболочке, называется алейроновым. Он состоит из клеток с сильно утолщенными стенками. Этот слой представлен одним рядом клеток у пшеницы, ржи, овса, кукурузы и проса или несколькими — у ячменя.

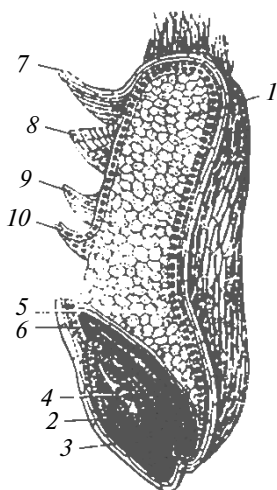


Рис. 1. Продольный разрез пшеницы:

1 — эндосперм; 2 — зародыш; 3 — корешок; 4 — зачаточный лист; 5 — щиток; 6 — цилиндрический эпителий; 7, 8 — плодовые оболочки; 9 — семенная оболочка; 10 — алейроновый слой

За алейроновым слоем располагаются крупные тонкостенные клетки, заполненные крахмальными зёрнами. Между крахмальными зёрнами размещаются прослойки белка. Белок может быть плотно прикреплен к крахмальным зёрнам и не удаляться с них при механической обработке (прикрепленный белок). Другая часть белка легко отделяется, это так называемый промежуточный белок.

У основания зерновки расположен зародыш, состоящий из щитка, почки и зачаточного корешка.

Части пшеничного зерна, как и части зерновок других культур, имеют различное биохимическое назначение и поэтому значительно различаются по химическому составу. Химические вещества эндосперма состоят в основном из 80 % крахмала и 13 % белков; а содержание клетчатки и зольных веществ незначительно (соответственно 0,15 и 0,45 %). В зародыше содержится много белков (40 %), сахаров (25 %) и жира (15 %). В нем больше, чем в эндосперме, содержится зольных веществ. Зародыш наиболее богат витаминами. Однако присутствие в муке зародыша, несмотря на его высокую пищевую ценность, считается нежелательным, так как он с трудом измельчается, а большое содержание жира может ускорить порчу муки — ее прогоркание. Поэтому зародыш при сортовых помолах удаляют.

Оболочки зерновки образованы из плотных одревесневших клеточных стенок, состоящих из клетчатки и гемицеллюлозы — веществ, не усваиваемых человеком.

Клетки алейронового слоя хотя и богаты белками и жиром, но мощные клеточные оболочки делают их недоступными для пищеварительных ферментов. Поэтому алейроновый слой при переработке зерна в белую муку вместе с оболочками отделяется в отруби.

Таким образом, от количественного соотношения анатомических частей зерна, имеющих различную пищевую ценность, зависит выход сортовой муки и круп. О соотношении частей зерна можно судить по таким показателям, как пленчатость, натура, размеры и форма зерна.

Бобовые культуры. Семена бобовых культур имеют разнообразную форму и окраску, но однотипное строение. Их семена покрыты прочной кожистой семенной оболочкой. Под семенной оболочкой находится зародыш, который состоит из двух семядолей, содержащих запасные питательные вещества. Зародыш также имеет зачаточную почечку и корешок. Семенная оболочка составляет от 6 до 14 % массы семени, почечка с корешком — 1...2 %, семядоли — около 90 % (рис. 2).

К группе зерновых бобовых культур относят: горох, чину, нут, чечевицу, фасоль, люпин, кормовые бобы, вику, сою, арахис и некоторые другие. Семена бобовых растений богаты белками, содержание которых колеблется от 20 до 40 %, что в среднем в два раза больше, чем в зерне злаков.

Все бобовые, кроме сои и арахиса, богаты крахмалом. Семена сои и арахиса содержат значительно меньше крахмала (13...26 %) по сравнению с другими зернобобовыми (50...60 %), но они богаты жиром (20...50 %); у других бобовых — 2...6 % жира.

Масличные культуры. К масличным культурам относят растения, плоды и семена которых богаты жиром. Эти растения применяют для

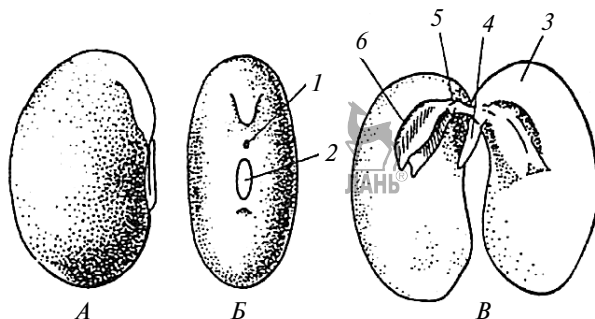


Рис. 2. Строение фасоли:

А — вид сбоку; *Б* — вид со стороны рубчика: 1 — семяход; 2 — рубчик;
В — семя, разделенное на две семядоли: 3 — семядоля; 4 — корень; 5 — стебель; 6 — почка

получения масла, но значительную часть их используют и на другие цели. По характеру использования маслические культуры условно делят на три группы:

1. Культуры, возделываемые для получения плодов и семян, богатых жиром: подсолнечник, сафлор, клещевина, лен-кудряш, горчица, рапс, сурепка, кунжут, мак. К этой же группе культур часто относят арахис и сою.

2. Культуры, возделываемые для получения волокна, но из плодов и семян которых получают также и жир: лен-долгунец, конопля, хлопчатник, кенаф.

3. Культуры, возделываемые для получения плодов, богатых эфирными маслами, из которых получают и обычные растительные жиры: кориандр, анис, тмин, фенхель и др.

Масличные культуры имеют очень большое значение как сырье для получения пищевого и технического масла. В пищу употребляют растительные масла из семян подсолнечника, кунжута, горчицы, хлопчатника, мака, льна и др. По вкусовым качествам лучшими считают кунжутное, горчичное, подсолнечное и маковое масла. Часть растительных масел используют как сырье для получения твердых жиров, например маргарина. Растительные масла находят разнообразное применение во многих отраслях промышленности: мыловаренной, кожевенной, лакокрасочной и др.

На маслозаводах после извлечения масла остаются побочные продукты — жмыхи и шроты. Они богаты белками, минеральными веществами, содержат углеводы, витамины, некоторое количество жира и являются ценным концентрированным кормом для животных. При-

надлежность культур к разным семействам обуславливает большие различия в морфологическом и анатомическом строении плодов и семян, а также в их химическом составе и качестве жира.

Так как основной масличной культурой в России является подсолнечник, рассмотрим его более подробно. Семена подсолнечника богаты жиром, содержание которого (на сухое вещество) колеблется в среднем от 40 до 50 %, а в новых селекционных сортах доходит до 54...58 %. Из общего количества растительного масла, вырабатываемого в нашей стране, на долю подсолнечного приходится 60...65 %. Стебли, лузга и вымолоченные корзинки богаты солями калия, поэтому из них получают поташ (карбонат калия).

Культивируется один вид подсолнечника — *Helianthus cultus*, который делится на три группы в основном по размеру семян, их форме, соотношению лузги и ядра: масличный, грызовый и межеумок. У масличного подсолнечника семечки мелкие, длиной 7...13 мм. Наружная оболочка плотно прилегает к ядру, лузжистость колеблется от 35 до 45 %, масса 1000 семян — 40...80 г. Грызовый имеет крупные семечки длиной 12...25 мм с очень толстой наружной оболочкой. Ядро занимает только часть пространства, имеющегося под оболочкой. Лузжистость обычно выше 50 %, иногда она доходит до 65 %. Масса 1000 семян — 100...200 г. Межеумок — промежуточная форма между масличным и грызовым подсолнечником.

Плод подсолнечника — семечка разнообразного цвета и разных размеров. Семечка состоит из околоплодника (лузги) и заключенного в нем семени (ядра). Околоплодник имеет эпидермис, содержащий у черноокрашенных семян пигмент. Под эпидермисом находится пробковая ткань, ниже которой расположены в несколько слоев одревесневшие клетки склеренхимы. Верхние клетки склеренхимы могут содержать вещество черного цвета — фитомелан, состоящий на 76 % из углерода. Это так называемый панцирный слой. Он предохраняет семечки от повреждений гусеницей подсолнечниковой моли, которая прогрызает оболочку семени и поедает ядро. Процентное содержание семян, имеющих в плодовых оболочках панцирный слой, называется панцирностью подсолнечника. Районированные сорта подсолнечника имеют панцирность не менее 95...96 %. Семя и ядро семечки подсолнечника состоит из тонкой семенной оболочки и зародыша.

Химический состав. Химический состав семян колеблется в значительных пределах в зависимости от сорта, района и условий произрастания. В состав семян входит (в % на сухое вещество): белков 12; жира 25...50; клетчатки 23...27; других углеводов 23...27; минеральных веществ

1,8...5,0. Ядро, очищенное от лузги, содержит 26...29% белков, 50...60% жира и всего 1,5...4,0% клетчатки.

Таким образом, зерно злаковых, семена бобовых и масличных культур содержат различные вещества: белки, углеводы, жиры, а также ферменты, витамины, пигменты, золу, воду — вещества, которые определяют энергетическую и строительную функции пищи. Химический состав зерна и семян может значительно меняться в зависимости от их сорта, почвенно-климатических условий и применяемой агротехники. Однако при значительном колебании в содержании той или иной группы веществ сохраняются специфические особенности, свойственные семенам данного рода и вида. По химическому составу все зерновки и семена можно разделить на четыре группы:

1. Богатые крахмалом (хлебные злаки).
2. Богатые белком (бобовые культуры).
3. Богатые маслом (масличные культуры).
4. Содержащие, наряду со значительным количеством жирного масла, эфирные масла (эфиромасличные культуры).

К *первой группе* относят зерно злаковых культур и семена гречихи. Они содержат в среднем в пересчете на сухое вещество 70...80% углеводов, основную часть которых составляет крахмал; 10...16% белков и 2...5% жира.

Во *вторую группу* входят семена бобовых культур, содержащие 20...30% белков и 60...65% углеводов при содержании жира 2...4%.

Третья группа объединяет масличные культуры, семена и плоды которых богаты жиром. Они содержат в среднем около 25...35% жиров и 20...40% белков.

Четвертая группа объединяет эфиромасличные культуры. Кроме жирных масел (около 20%), они содержат эфирные масла: кориандр — 1,5...1,2%; анис — 2,5...4%; тмин — 4...6%.

В практической деятельности часто применяется классификация, основанная на использовании той или иной культуры по определенному целевому назначению. Так, принято деление зерна на мукомольное, крупяное, фуражное, техническое и посевное. Для получения муки используют главным образом зерно пшеницы и ржи, в значительно меньших количествах — зерно кукурузы и ячменя. К крупяным культурам относят просо, гречиху, рис, ячмень, овес, горох, чечевицу, пшеницу; к фуражным — овес, ячмень, кукурузу, сорго; к техническим — кукурузу, семена масличных культур. Из этого краткого перечня видно, что классификация по направлению использования носит условный характер.

Ценность семян и плодов различных культур прежде всего обуславливается их химическим составом, так как содержание тех или иных

веществ и соотношение их во многом определяют пищевые и технологические качества зерна. Поэтому химический состав зерна контролируют на всех этапах работы: при выведении новых сортов, разработке приемов агротехники, хранении зерна, его обработке и переработке. В состав зерна, семян и продуктов их переработки входят неорганические и органические вещества. К неорганическим относят воду и минеральные вещества, а к органическим — углеводы, азотистые вещества, липиды, витамины, ферменты, пигменты и др.

Вода. Все физико-химические процессы, совершающиеся в зерне во время созревания, дозревания и хранения, тесно связаны с присутствием воды. В зерне, как и в корнеплодах, плодах и овощах, вода находится в трех состояниях: химически связанная, физико-химически связанная и механически связанная, или свободная, вода. Содержание воды в зерне колеблется от 7...9 до 25...30 %.

Свободная вода обладает всеми обычными свойствами воды, то есть является растворителем, замерзает при 0 °С, легко удаляется испарением. *Физико-химически связанная* вода имеет своеобразные свойства: она не замерзает даже при низких температурах и удаляется из зерна с большим трудом. В зерне, содержащем только связанную воду, все физиологические процессы сведены к минимуму, наступает так называемое состояние покоя. *Химически связанная* вода в строго количественных соотношениях входит в состав молекул веществ, например в состав углеводов, белков, жиров и других органических веществ. Выделить такую воду можно только прокаливанием или путем химического воздействия на вещества зерна. При этом структура вещества разрушается. Ни на биохимические, ни на микробиологические процессы, протекающие в зерне при хранении, эта вода не оказывает влияния.

Влажность зерна, которую определяют приборами и показатели которой входят в стандарты, представляет собой процентное содержание физически связанной с тканями зерна влаги, удаляемой в конкретных условиях ее определения. В нее входит вся свободная вода и часть связанной. Влажность, ниже которой биохимические процессы в зерне резко ослабевают, а выше — начинают бурно нарастать, называют *критической*. Это такое состояние зерна, в котором появляется свободная вода. Для основных хлебных культур критическая влажность находится в пределах 14,5...15,5 %. Для семян масличных культур она значительно меняется в связи с большим содержанием липидов.

Минеральные вещества. Все минеральные вещества по количественному содержанию делят на макро-, микро- и ультрамикроэлементы. К макроэлементам относятся Na, K, P, Ca, Mg, Cl, S, Si, Fe и др., находящиеся в довольно больших количествах. Содержание их выражается

в процентах к массе продукта. К микроэлементам относятся Ва, В, Вг, Со, Мп, Сu, Мо, Zn, F и др. Содержание их выражают в миллиграммах и граммах в 100 или 1000 г продукта. К ультрамикроэлементам относят радиоактивные элементы: U, To, Ra и др.

Содержание минеральных веществ в зерне и зернопродуктах обычно определяют по количеству золы, полученной в результате сжигания и прокаливания навески при температуре 600...1000 °С. Общее количество золы в зерне хлебных злаков невелико: в пшенице и ржи — 1,4...2,5 %, в ячмене и овсе — 2,65, в просе — 2,95, в рисе — 6 %. Количество золы, выраженное в процентах к массе навески в пересчете на сухое вещество, называется *зольностью* зерна.

Состав золы разных культур неодинаков и колеблется в зависимости от сорта, района и условий произрастания, почвы, удобрений, орошения и других факторов. Особенно резкие колебания у одного и того же сорта по зольности наблюдаются между выполненными и щуплыми зернами: у первых — зольность всегда ниже средней, характерной для сорта; у вторых — выше. В зерне пленчатых культур содержится значительно больше зольных веществ, особенно кремния, чем в зерне голозерных культур. Различная зольность пленчатых и голозерных культур, выполненного и щуплого зерна одной и той же культуры объясняется неравномерным распределением минеральных веществ по частям зерна. Все части зерна, имеющие толстые стенки клеток, мелкие клетки или не заполненные питательными веществами, имеют более высокую зольность. Например, в зерне злаков наибольшее количество минеральных веществ содержится в оболочках, алейроновом слое и зародыше, наименьшее — в эндосперме.

Зольность зерна имеет значение как относительный показатель качества при использовании зерна в мукомольном производстве. Зольность муки свидетельствует о том, из каких частей зерна она получена, и является признаком, характеризующим сорт муки. Например, зольность пшеничной муки высшего сорта установлена на уровне 0,5 %, первого — 0,7, второго — 1,1, обойной — 1,5 %. Если зольность превышает норму, то считают, что в муку попало больше периферийных частей зерна, чем должно быть направлено в данный сорт.

Углеводы. Углеводы составляют примерно 80 % сухой массы растений. В состав плодов и семян входят разнообразные углеводы: крахмал, сахар, клетчатка, гемицеллюлозы и др. В живом организме они являются источником энергии, а также выполняют роль строительного материала, составляя основную часть стенок клеток. Количество и соотношение различных групп углеводов влияют на технологические свойства зерна и качество хлеба, так как сахара и крахмал необходимы

для развития дрожжей в тесте, а крахмал вместе с белками составляет формирующую основу теста.

Углеводы делятся на две группы: простые — моносахариды и сложные — полисахариды. Из *моносахаридов* наибольшее значение имеют гексозы ($C_6H_{12}O_6$) и пентозы ($C_5H_{10}O_5$). К гексозам относятся глюкоза, фруктоза, галактоза и др. К пентозам — арабиноза, ксилоза и др.

Полисахариды подразделяются на две группы: сахароподобные (олигосахариды) и несахароподобные (полиозы). Первые состоят из двух, трех и четырех молекул моноз (сахароза, мальтоза, раффиноза и др.) Вторые имеют более сложную структуру (крахмал, клетчатка, гемицеллюлозы). По физиологической роли в растительных организмах углеводы условно делят на три группы:

- сахара — монозы и сахароподобные полисахариды;
- запасные вещества — крахмал;
- строительные вещества, такие как клетчатка и гемицеллюлозы.

Из сахаров в состав зерна входят: а) монозы — ксилоза, арабиноза, глюкоза, фруктоза, галактоза; б) полисахариды — сахароза, мальтоза, лактоза, раффиноза.

Сахара имеют много общих свойств, из которых наиболее важны следующие:

- сладкий вкус (если сладость сахарозы принять за 100, то по сравнению с ней сладость некоторых других сахаров будет следующая: фруктоза — 180, глюкоза — 74, мальтоза — 32, раффиноза — 24);
- способность легко растворяться в воде;
- способность кристаллизоваться из насыщенных растворов;
- гигроскопичность;
- способность вращать плоскость поляризованного света;
- карамелизация — при нагревании выше температуры плавления они превращаются в вещества темного цвета с горьковатым вкусом;
- способность сбраживаться.

В нормально созревшем зерне содержание сахаров невелико и составляет (в %): пшеница — 2...4; рожь, ячмень — 2...7; просо, гречиха — 1...3; рис, горох, подсолнечник — 3...6. Преобладающим по количеству сахаров является сахароза. Сахара расходуются при дыхании зерна, а также влияют на питательность, вкус и качество продуктов переработки.

Сахар распределяется по частям зерна неравномерно. У зерен злаков наиболее богат им зародыш — 20...25 % от его массы. С точки зрения хранения зерна этот фактор определяет ряд моментов, связанных с деятельностью микроорганизмов. Зерно начинает покрываться плесенью

с зародыша, а на битых зернах плесень располагается по периферии излома. Повышенное содержание сахаров в недостаточно зрелом зерне определяет большую склонность такого зерна к поражению плесневыми грибами. Повышенная сахаристость в недозревшем и морозобойном зерне объясняется незаконченностью образования сложных углеводов. В проросшем зерне количество сахара также увеличивается, но уже в результате разложения сложных углеводов под действием ферментов. Несмотря на ценность сахаров как продуктов питания, повышенное содержание их в зерне и в зернопродуктах нежелательно, так как свидетельствует о дефектах зерна.

Важнейшим несахароподобным полисахаридом, входящим в состав зерна, является крахмал ($C_6H_{10}O_5$)_n. Крахмал — главный запасной углевод зерна. Отлагается крахмал в растительных клетках в виде крахмальных зерен. У разных плодов и семян они имеют различную форму и размер, который колеблется от 2 до 180 мкм. Крахмальное зерно состоит в основном из крахмала (96...98%) и примесей: небольшого количества минеральных веществ (0,1...0,8%) и жирных кислот (до 0,6%). Содержание крахмала в зерне различных культур следующее (в % на сухое вещество): пшеница — 58...74; рожь, ячмень — 54...66; рис — 65...80; кукуруза — 60...72; горох, фасоль — 36...50. В выполненном зерне крахмала больше, чем в щуплом. Крахмал образуется в эндосперме зерна или в семядолях семян, в других частях зерна он обычно не содержится. Однако и в эндосперме он распределяется неравномерно, и наиболее богата им центральная часть. Крахмал при хранении расходуется в процессе дыхания и при прорастании.

В состав углеводного комплекса зерна входят еще клетчатка (целлюлоза) и гемицеллюлоза, которые являются главным опорным материалом растительных клеток и тканей. В зерне пленчатых культур клетчатки значительно больше, чем в голозерных. Так, у пшеницы и ржи зерно содержит 1,9...3,4% от сухих веществ, у овса и ячменя — от 6 до 16,5%. Мелкое и щуплое зерно содержит всегда больше клетчатки, чем крупное и выполненное. Клетчатка не представляет пищевой ценности, поэтому содержание ее в продуктах переработки зерна снижает их питательную ценность. При сортовых помоях зерна и при выработке круп все части зерна, содержащие много клетчатки, направляются в отруби и отходы.

Азотистые вещества. В состав семян и плодов, как и всякого живого организма, входят азотистые вещества: белки, аминокислоты, азотистые основания аминокислот, соли азотной и азотистой кислот. Основную часть в зерне и зернопродуктах составляют белковые вещества.

По пространственному строению белки делят на глобулярные и фибриллярные. Глобулярные белки имеют разнообразные формы и харак-

терны для большинства растительных и животных белков. Фибриллярные белки имеют нитевидную форму молекул — это белки волос, шелка и др.

Характерные свойства и ценность белков определяются их аминокислотным составом. Всего изучено свыше 40 разных аминокислот, входящих в состав белков. Однако постоянными составными частями одной белковой молекулы являются 20. Некоторые аминокислоты, необходимые для образования белка, могут синтезироваться в организме человека и животных из других аминокислот. Их называют заменимыми. Другие в организме не синтезируются. Их называют незаменимыми. К ним относятся лейцин, лизин, триптофан, фенилаланин, метионин, треонин, валин, аргинин, а для детского организма нужна еще девятая кислота — гистидин. Белки, содержащие все незаменимые аминокислоты, называют полноценными. Если белок не содержит одной или нескольких незаменимых аминокислот, его называют неполноценным. В полноценных продуктах питания соотношение незаменимых аминокислот должно быть следующим: триптофан — 1; треонин — 2; лизин — 3; изолейцин — 3; лейцин — 3,4; фенилаланин — 2; валин — 3; аргинин — 3. Достаточно полноценны белки семян бобовых и гречихи. Из зерна злаковых наибольшей биологической ценностью обладают белки ржи, овса и риса.

Белки подразделяются на группы также по растворимости. В растениях встречаются следующие:

- *альбумины* — белки, растворимые в воде и солевых растворах. Представителем их является лейкозин пшеницы. Альбумины — полноценные белки, так как содержат все незаменимые аминокислоты;
- *глобулины* — белки, растворимые в слабых растворах солей (3...5 %-ный раствор NaCl , K_2SO_4 и др.), содержатся в зерне всех культур (но в большом количестве в семенах масличных и бобовых) и являются полноценными белками;
- *проламины* — белки, растворимые в 60...80 %-ном этиловом спирте. Они в большом количестве встречаются в зерне злаковых: пшенице, ржи, ячмене, овсе, кукурузе. В биологическом отношении они менее ценны, чем альбумины и глобулины, так как мало или совсем не содержат лизина, а иногда и триптофана;
- *глутенины* — белки, растворимые в слабых (0,2 %) растворах щелочей. В пищевом отношении глутенины также уступают белкам первых двух групп. Белки этой группы в зерне пшеницы образуют клейковину.

В состав зерна также входят *нуклеопротеиды* — белковые вещества, содержащие, кроме простого белка, и нуклеиновые кислоты. Это так

называемые рибонуклеиновые (РНК) и дезоксирибонуклеиновые (ДНК) кислоты.

Содержание белков в зерне разных культур неодинаково. В зернах злаков содержание белков колеблется от 5 до 24 %, а в семенах бобовых — от 20 до 40 %. Из злаковых культур наиболее богато белками зерно пшеницы, а наиболее бедно — зерно риса.

Из четырех классификационных групп протеинов в состав злаков входят проламины и глютелины, а остальные представлены в незначительном количестве.

Из всех белков, входящих в состав зерна злаков, наиболее интересны белки пшеницы. При замесе теста они способны образовывать клейковину, что обуславливает газоудерживающую способность теста. Сильная пшеница должна содержать белка не менее 14 % и сырой клейковины не менее 28 %, а в муке первого сорта ее 32 %. Пшеница средней силы способна давать хороший хлеб, но не способна улучшать слабую пшеницу. Слабой называют пшеницу с содержанием белка 8...10 % и клейковины — менее 20 %.

Жировые вещества. Жиры представляют собой смесь сложных эфиров — глицеридов, образующихся в результате соединения трехатомного спирта глицерина и жирных кислот. Они относятся к запасным питательным веществам.

В состав растительных жиров главным образом входят следующие кислоты: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая и др. Пальмитиновая и стеариновая кислоты — насыщенные (предельные), олеиновая, линоленовая и линолевая — ненасыщенные (непредельные), т. е. имеющие двойные связи между атомами углерода.

Наиболее богаты жирами семена масличных и эфиромасличных культур — 30...70 %. Содержание жира у овса и кукурузы составляет 5...6 %, у остальных — 1,2...2 %.

Растительные жиры делятся на жидкие и твердые. К жидким относятся жиры из зерен злаковых и семян бобовых и масличных культур. К твердым относятся масла какао, пальмовое, кокосовое, содержащие в основном насыщенные, следовательно, твердые жирные кислоты.

Жидкие жиры по способности к высыханию делятся на три группы: а) *высыхающие* (льняное, конопляное), содержащие 50...60 % линолевой и 17...45 % линоленовой кислот. По месту двойных связей этих кислот легко присоединяется кислород, в результате чего жир превращается в твердый продукт;

б) *полувысыхающие* жиры (подсолнечное, маковое, хлопковое, кукурузное масла и др.). Эти масла на воздухе высыхают медленно;

в) *невывсыхающие* масла состоят в основном из насыщенных олеиновой (до 83 %) и эруковой кислот. Эти масла на воздухе не высыхают. К ним относятся кунжутное, клещевинное, горчичное, рапсовое и др.

Для характеристики свойств жира применяют так называемые числа — кислотное, йодное и омыления. *Кислотное* число выражается количеством миллиграммов КОН, необходимого для нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в 1 г жира, и характеризует свежесть жира. У свежего жира оно колеблется от 1 до 6 мг. Кислотное число масла в семенах масличных культур нормируется стандартом. *Йодное* число выражается количеством граммов йода, необходимого для насыщения непредельных кислот, содержащихся в 100 г жира. Йодное число дает возможность судить о содержании в жире непредельных жирных кислот. По этому числу растительные жиры делят на высыхающие (с числом > 130) и невысыхающие (с числом < 85). Полувысыхающие занимают промежуточное положение. Число *омыления* выражается количеством миллиграммов КОН, необходимым для нейтрализации свободных и связанных жирных кислот, находящихся в 1 г жира. Чем выше число омыления, тем больше в жире жирных кислот.

Значение жировых веществ в хранении зерна отрицательное. Объясняется это тем, что жирные кислоты, входящие в состав зерна, обладают высокой степенью непредельности (их исходное число 105...140). В силу этого в продуктах переработки зерна они легко окисляются и прогоркают. При прогоркании жир разлагается на глицерин и жирные кислоты; затем происходит более глубокий их распад с образованием альдегидов и оксикислот. Скорость процесса прогоркания зернопродуктов зависит от их влажности, температуры хранения, доступа воздуха, наличия антиокислителей. Прогоркание жира приводит к изменению его химического состава, снижает пищевую ценность, ухудшает органолептические показатели (появляется горький вкус и неприятный запах).

Количественные и качественные изменения веществ при созревании зерна

Урожай и его качество определяются соотношением и совокупностью действия внешних и внутренних факторов. К внешним факторам относят климат, состав почвы и совокупность агротехнических мероприятий. К внутренним — природные особенности хлебных растений, их наследственные признаки (генотип). Совокупность всех внешних и внутренних структур и функций организма, которая может быть описана, называют *фенотипом*.

Общее направление изменения химического состава зерна при созревании можно охарактеризовать как переход растворимых веществ с небольшим молекулярным весом в нерастворимые, высокомолекулярные соединения. Эти синтетические процессы наблюдаются при созревании культуры.

Химический состав зерна не может быть постоянным. Он сильно изменяется по сортам, а в пределах сорта зависит от почвы и агротехники возделывания, климатических и метеорологических условий. На химический состав зерна оказывают влияние вредители и болезни. Все это необходимо учитывать специалистам при формировании партий и хранении зерна.



Контрольные вопросы

1. Строение зерна злаковых, бобовых и масличных культур.
2. Классификация зерновых культур по химическому составу зерна.
3. Характеристика основных веществ, входящих в состав зерна.
4. Какие изменения происходят в липидах при хранении зерна?
5. Зависимость химического состава зерна от условий выращивания и хранения зерновых масс.



Глава 7.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ПРОТЕКАЮЩИЕ В ЗЕРНЕ И СЕМЕНАХ ПРИ ХРАНЕНИИ

Долговечность зерна и семян при хранении

Зерновая масса — сложная биологическая система, представляющая собой биоценоз, то есть совокупность живых организмов с более или менее одинаковыми условиями жизни. Процессы, протекающие в зерновой массе в результате жизнедеятельности входящих в нее живых компонентов (зерно, семена сорняков, микроорганизмы, насекомые и клещи), называют физиологическими. Жизнедеятельность зерновой массы при хранении проявляется в виде дыхания, послеуборочного созревания, прорастания. Эти процессы имеют большое практическое значение, так как умение регулировать их ход позволяет сохранить зерно и сократить потери сухих веществ при хранении.

При организации хранения зерновых масс прежде всего возникает вопрос о возможных сроках их хранения. Период, в течение которого зерно и семена сохраняют свои потребительские свойства, называют долговечностью. Различают долговечность биологическую, хозяйственную и технологическую. *Биологическую долговечность* определяет тот промежуток времени, в течение которого сохраняют способность к прорастанию хотя бы единичные семена. *Хозяйственная долговечность* — тот период хранения, в течение которого семена остаются кондиционными по всхожести и отвечают требованиям государственных стандартов на посевные качества семян. *Технологическая долговечность* — это срок хранения зерновой массы, обеспечивающий ее полноценные свойства для использования на пищевые, кормовые и технологические цели. Технологические свойства зерна сохраняются дольше, чем семенные.

По биологической долговечности семена всех растений делят на три группы: микробиотики, мезобиотики и макробиотики. Первые сохраняют всхожесть от нескольких дней до 3 лет, вторые — от 3 до 15 лет, третьи — от 15 до 100 лет. Большинство семян сельскохозяйственных растений относят к группе мезобиотиков, которые сохраняют всхожесть при благоприятных условиях в течение 5...10 лет. Однако высокую всхожесть партии семян сохраняют чаще всего 3...5 лет. Наиболее долговеч-

ны семена бобовых, овса, сорго, пшеницы. Менее долговечны семена ячменя и кукурузы. Наименьшая долговечность у семян ржи и проса.

Долговечность зерна и семян зависит от многих факторов, из которых основными являются: принадлежность их к тому или иному ботаническому виду; условия подработки (очистка и сушка); условия хранения. Долговечность семян и зерна при хранении может быть кратковременной, если в зерновой массе создаются условия для развития нежелательных процессов. В этом случае пищевые, технологические и посевные качества партии зерна могут быть потеряны за несколько дней.

Установлено, что семена с плотными плодовыми оболочками (пшеница, рожь) всегда хранятся дольше, чем семена с рыхлыми оболочками (рис, просо, гречиха). Высококачественные сортовые семена зерновых и масличных культур способны в течение длительного срока сохранять семенные свойства без существенных изменений. Поэтому очень важно при закладке в семенные фонды выделять партии сортовых семян не ниже норм I класса посевного стандарта.

Технологическая долговечность зерна и семян обычно значительно больше долговечности биологической и хозяйственной. Оценка партий пшеницы и ржи, хранившихся в складах 7...10 лет, по мукомольно-хлебопекарным качествам показывает, что выход муки, расход энергии при помоле и качество печеного хлеба, полученного из такого зерна, не отличаются от показателей, получаемых при переработке зерна с малыми сроками хранения.

Технологические свойства зерна при долгосрочном хранении не изменяются в зависимости от его исходных свойств и признаков. Так, мягкие стекловидные сорта пшеницы обладают большей устойчивостью, чем мягкие мучнистые. Хорошо дозревшие, просушенные и охлажденные партии зерна выдерживают 10 лет хранения и более без существенных изменений мукомольно-хлебопекарных качеств.

Однако резкие температурные и механические воздействия вызывают более значительные изменения качества зерна при хранении. У крупяных культур ядро становится более хрупким и уменьшается выход доброкачественной крупы. В масличных культурах происходит распад и окисление жиров; полученное из таких семян масло менее пригодно для пищевых и некоторых технических целей.

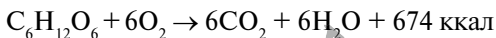
Дыхание зерна



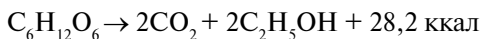
Нормальным физиологическим процессом жизнедеятельности зерна и семян при хранении является их дыхание. При дыхании происходит процесс преобразования и распада органических веществ, и прежде

всего сахаров. В результате этого выделяется энергия, необходимая организму для поддержания жизненных реакций.

Различают аэробное и анаэробное дыхание зерновой массы. При свободном доступе кислорода к зерну процесс дыхания совершается в соответствии с суммарным уравнением *аэробного* дыхания



В условиях отсутствия кислорода зерновая масса переходит на *анаэробное* дыхание, которое суммарно выражается уравнением



Характер процесса дыхания зерна оценивается *дыхательным коэффициентом* CO_2/O_2 . Если процесс аэробного дыхания зерна происходит в точном соответствии с уравнением аэробного дыхания, то отношение объемов выделяемого CO_2 и поглощаемого O_2 равно единице. Часто дыхательный коэффициент не равен единице. В случае если на дыхание расходуются вещества, более богатые кислородом, чем сахар (например, щавелевая или винная кислота), то дыхательный коэффициент будет больше единицы. Наоборот, если процесс дыхания происходит за счет веществ с небольшим содержанием O_2 (например, жирных кислот) и при этом жир превращается в сахар (как у семян масличных культур), то объем потребляемого кислорода превышает объем выделенного CO_2 и дыхательный коэффициент будет меньше единицы.

В результате дыхания наблюдаются следующие явления:

- потеря в весе сухих веществ зерна;
- увеличение влажности зерна и относительной влажности межзернового пространства;
- изменение состава воздуха межзернового пространства;
- образование теплоты в хранящейся зерновой массе.

Уменьшение массы зерна при хранении в результате дыхания может достигать больших величин. Хранящееся зерно не может восполнить веществ, затраченных на дыхание, как оно восполняет, находясь в колосе зеленого растения, фотосинтезом. Эти потери составляют основу естественной убыли зерна при хранении, которая зависит от культуры, способа и срока хранения.

Дыхание зерновой массы сопровождается увлажнением зерна, что, в свою очередь, приводит к увеличению относительной влажности воздуха межзернового пространства и к дальнейшему усилению интенсивности дыхания зерновой массы.

На окисление гексоз при дыхании зерновой массы из межзернового пространства потребляется O_2 и выделяется CO_2 . Если хранящуюся зерновую массу не проветривать, то CO_2 , как наиболее тяжелый газ, может накапливаться и в зерновой массе (создаются условия для анаэробного дыхания). Анаэробное дыхание, в свою очередь, приводит к образованию этилового спирта, угнетающего действующего на жизненные функции клеток зерна и приводящего к потере его жизнеспособности.

В результате дыхания зерновой массы (зерна, семян, микроорганизмов, вредителей) выделяется довольно значительное количество энергии. Вся теплота, выделенная при дыхании, поступает в окружающую среду, и вследствие плохой тепло- и теплопроводности зерновой массы эта теплота может задерживаться и быть причиной самосогревания. Таким образом, обеспечить лучшую сохранность можно, если зерновая масса в период хранения находится в состоянии анабиоза, т. е. с пониженной интенсивностью дыхания.

Интенсивность дыхания зерна и семян зависит от ряда факторов: влажности; температуры; доступа к зерну воздуха; состояния зрелости; выполненности и крупности зерна; целостности зерна; ботанических особенностей и др.

Влажность зерновой массы. Сухое зерно обладает замедленным газообменом. Зерно средней сухости дышит в 2...4 раза интенсивнее сухого, влажное — в 4...8 раз, сырое — в 20...30 раз. Усиление интенсивности дыхания зерновой массы с увеличением ее влажности обусловлено ослаблением связи сорбированной воды с зерном и изменением уровня ее активности. Влажность зерна, начиная с которой резко усиливаются физиолого-биохимические и микробиологические процессы и зерно становится нестойким при хранении, называют *критической*.

Зерновая масса от состояния покоя к активной жизнедеятельности переходит в относительно узких пределах влажности: 13...16% — для основных зерновых и бобовых культур и 7...12% — для семян масличных культур.

Таким образом, зерновая масса в сухом состоянии, т. е. с влажностью ниже критической, устойчива при хранении и требует меньшего ухода, чем влажное и сырое зерно, которое интенсивно дышит и может испортиться при хранении вследствие самосогревания.

Температура зерновой массы. Интенсивность дыхания зерна при хранении увеличивается с повышением температуры до 50...55 °С. Дальнейшее повышение температуры приводит к коагуляции белков, инактивированию ферментов и гибели зерна. Поэтому интенсивность дыхания зерна при температуре более 55 °С уменьшается.

При пониженных температурах (0...10 °С) интенсивность дыхания зерна очень мала. Низкая температура консервирует даже влажное и сырое зерно.

Доступ к зерну воздуха. Существенное влияние на интенсивность и характер дыхания зерновой массы при хранении оказывает доступ к зерну воздуха. Вентилирование зерновой массы повышает интенсивность дыхания. Хранение зерна без проветривания сопровождается увеличением в воздухе межзернового пространства CO_2 , который оказывает отрицательное действие на микрофлору зерна и вынуждает микроорганизмы и зерно переходить на анаэробное дыхание, — интенсивность дыхания зерновой массы снижается.

Зерно (особенно влажное и сырое) при длительном нахождении в воздухе с повышенным содержанием CO_2 и небольшим количеством O_2 теряет свою жизнеспособность и всхожесть. Поэтому семенное зерно при хранении систематически проветривают, а партии продовольственного и кормового зерна во влажном и сыром состоянии подвергают активному вентилированию для снижения влажности или температуры зерновой массы.

Состояние зрелости. Недозрелые зерна и семена обладают значительно большей интенсивностью дыхания, чем нормально вызревшие. Зерновая масса, в которой содержится много незрелых семян, крайне неустойчива и легко подвергается порче. Недозрелые семена в первый период хранения имеют повышенную влажность, энергично дышат и являются благоприятной средой для развития микроорганизмов и клещей.

Условия уборки и транспортирования. Зерно, подмоченное при уборке или во время транспортирования, даже после высушивания обладает при хранении большей интенсивностью дыхания по сравнению с зерном такой же влажности, но неподмоченным. Проросшее, а затем высушенное зерно также обладает повышенной интенсивностью дыхания.

Меньшая стойкость подмоченных и начавших прорастать зерен является следствием активации ферментов в начальных стадиях прорастания и развития на зерне микроорганизмов.

Выполненность и крупность зерна. Щуплые зерна дышат значительно интенсивнее, чем выполненные и крупные. Это объясняется наличием у них сравнительно большей активной поверхности, чем у зерен выполненных. Кроме того, обладая большей гигроскопичностью, щуплые зерна обычно более влажны, чем выполненные. Таким образом, партии, содержащие щуплые зерна, при прочих равных условиях хранения всегда менее стойки, чем партии выполненного зерна.

Следует также отметить, что интенсивность дыхания различных частей зерна тоже неодинакова. Зародыш дышит более интенсивно, чем другие части зерна. Это объясняется повышенной физиологической активностью клеток и тканей зародыша и большим содержанием в нем влаги.

Целостность зерен. Повреждение оболочек зерна, раздробление его на части и т. п. — приводит к увеличению интенсивности дыхания. Объясняется это явлением механического раздражения клеток, большей пораженностью битых зерен микроорганизмами, а также более свободным доступом воздуха к клеткам.

Удаление различными методами битых и поврежденных зерен увеличивает стойкость всей партии при хранении.

Ботанические особенности. Интенсивность дыхания зерна при хранении зависит также от его ботанических особенностей. Например, при одинаковых условиях хранения наибольшая энергия дыхания наблюдается у сортов кукурузы, имеющих более крупный зародыш. Интенсивность дыхания мягкой пшеницы выше, чем твердой, и т. п.

Итак, зерновая масса, содержащая много незрелых, щуплых, дробленых, подмоченных, начавших когда-то прорасти зерен и зерен с другими дефектами, обладает повышенной интенсивностью дыхания, менее устойчива при хранении и требует тщательного наблюдения.

Послеуборочное дозревание зерна

Под послеуборочным дозреванием понимают биохимические процессы, происходящие в свежесобранном семени, приводящие к нарушению покоя. Состояние покоя семян — это полное отсутствие прорастания семян или низкая их всхожесть. Различают покой *вынужденный*, вызванный внешними условиями — отсутствием влаги и необходимой температуры, а также *органический*, или глубокий, покой, когда задержка прорастания связана с внутренними свойствами семян. В состоянии покоя жизненные процессы в зерне не прекращаются, но идут очень медленно, поддерживая только жизнь зародышевой ткани. Свежесобранные семена многих культур находятся в неглубоком физиологическом покое, который во времени обычно совпадает с периодом послеуборочного дозревания.

Зерно, собранное с поля, обычно имеет пониженные семенные и технологические достоинства. Наиболее полно семенные и технологические качества зерна проявляются лишь через некоторое дополнительное время. Это дополнительное время и называют периодом послеуборочного дозревания.

Ход послеуборочного дозревания суммарно характеризуется двумя показателями: 1) увеличением всхожести семян; 2) снижением интенсивности дыхания.

Основная направленность изменений в зерне при послеуборочном дозревании — продолжение биохимических процессов биосинтеза, начатых в колосе, и превращение низкомолекулярных органических веществ в высокомолекулярные.

При дозревании зерна заканчиваются процессы синтеза полисахаридов, белков и жиров. Уменьшается количество небелкового азота. Белки клейковины уплотняются, качество ее улучшается. Возрастает количество жира при одновременном снижении свободных жирных кислот. Одновременно ослабевает ферментативная активность, что свидетельствует об ослаблении окислительно-восстановительных процессов в зерне в ходе послеуборочного дозревания.

Важнейшее значение для процессов послеуборочного дозревания при хранении имеют влажность, температура зерновой массы, степень ее аэрации и состав воздуха межзернового пространства.

Значение влажности в том, что для дозревания необходимо преобладание синтетических процессов над гидролитическими, что возможно только при низкой влажности зерна. Поэтому для скорейшего прохождения периода послеуборочного дозревания зерно должно иметь влажность ниже критической. Наиболее быстро дозревание семян проходит при температуре 15...30 °С и более.

Послеуборочному дозреванию семян способствует их активное вентилирование. Кислород ускоряет, а накопление углекислого газа замедляет дозревание.

В настоящее время разработаны меры по созданию наиболее благоприятных условий дозревания зерна. Это сушка зерна на солнце, сушилках или активным вентилированием. Сушка свежубранного зерна пшеницы при 45 °С дает наилучшие результаты. Активное вентилирование зерна следует проводить сухим воздухом при температуре 20 °С.

При благоприятных условиях хранения процессы послеуборочного дозревания зерна пшеницы заканчиваются в течение 1,0...1,5 мес. Искусственной сушкой этот срок можно сократить до 2...3 нед.

Периоды послеуборочного дозревания ржи и овса непродолжительны — 10...15 и 20 дней соответственно. Самый продолжительный период дозревания у ячменя — до 6...8 мес. Семена масличных культур также имеют период послеуборочного дозревания. А вот семена кукурузы после удаления из них избытка влаги сразу же становятся физиологически полноценными.

На продолжительность периода послеуборочного дозревания влияют сортовые различия. Например, более быстрое дозревание наблюдается у краснозерных сортов пшеницы.

В период послеуборочного дозревания улучшаются некоторые технологические свойства зерна и семян. Так, например, у пшеницы увеличивается выход сырой клейковины и улучшается ее качество. В семенах масличных наблюдается дальнейший синтез жира и увеличение его выхода при переработке маслосемян.

Прорастание зерна

При хранении зерна могут быть случаи прорастания зерна, что недопустимо. Оно возникает только в результате небрежного или неправильного хранения. При прорастании зерна во время хранения происходят следующие явления: 1) теряются сухие вещества; 2) выделяется значительное количество тепла, что приводит к усилению всех процессов жизнедеятельности; 3) вследствие активных гидролитических процессов ухудшается качество зерна.

В результате всех этих явлений семена теряют свои посевные свойства, резко ухудшаются мукомольно-хлебопекарные качества зерна и уменьшается выход продуктов при переработке. Поэтому прорастание зерна при хранении недопустимо, и при правильной организации хранения его всегда можно предупредить. Необходимое условие для исключения прорастания зерна — предотвращение попадания в зерновую массу капельно-жидкой влаги.

Самосогревание зерновых масс при хранении

Явление повышения температуры зерновой массы вследствие протекающих в ней физиологических процессов и низкой теплопроводности называют самосогреванием. При этом температура зерновой массы может подниматься до 55...65 °С и даже до 70...75 °С, и происходит значительное ухудшение качества зерна.

Самосогревание — явление комплексное. Оно возникает в результате активной жизнедеятельности зерна основной культуры, семян сорных растений, микроорганизмов, насекомых и клещей.

Семена сорняков и вредители принимают косвенное участие в самосогревании, но их роль в этом процессе огромна. Семена сорняков, обладая более интенсивным дыханием по сравнению с основным зерном, способствуют большему накоплению теплоты. Особенно много

выделяется теплоты в неочищенном зерне с повышенной влажностью и содержащем зеленые части растений и семена сорняков.

В случае большой обсемененности зерна микроорганизмами, скопления вредителей в ограниченных участках насыпи также выделяется огромное количество теплоты и может возникнуть самосогревание, так как в результате низкой теплопроводности зерна образование теплоты больше, чем отдача его в окружающую среду.

Интенсивность, с которой возникает и развивается процесс самосогревания, зависит от следующих причин: состояния зерновой массы; состояния зернохранилищ и их конструкций; условий содержания зерна в хранилищах и методов ухода за ним.

Состояние зерновой массы. Исходная влажность, температура, физиологическая активность и состав микрофлоры наиболее существенно влияют на процесс самосогревания зерновой массы.

При *влажности* менее критической интенсивность дыхания зерна невысока, а микроорганизмы развиваются очень медленно. Поэтому самосогревание чаще всего наблюдается в партиях зерна, заложенных на хранение во влажном и сыром состоянии. При наличии капельно-жидкой влаги в зерновой массе происходит поверхностное увлажнение, что особенно усиливает жизнедеятельность микроорганизмов.

Возможность самосогревания зерна с повышенной влажностью зависит также и от его *температуры*. Так, при температуре 10...15 °С начальные стадии самосогревания развиваются очень медленно, а ниже 8...10 °С оно обычно не возникает. После достижения максимальной температуры самосогревания (60...65 °С) начинается медленное естественное охлаждение зерновой массы из-за гибели всех живых компонентов под действием высоких температур. Однако естественное прекращение процесса самосогревания не имеет практического значения, так как зерно и семена к этому времени полностью утрачивают пищевые, кормовые и посевные качества. Самосогревание ни в какой зерновой массе само по себе не останавливается раньше, чем достигнет максимальной температуры.

К числу факторов, влияющих на процесс самосогревания, относят *физиологическую активность* зерновой массы. Партии свежубранного зерна, не прошедшие послеуборочного дозревания, а также незрелое, проросшее зерно характеризуются повышенной физиологической активностью. Они менее устойчивы при хранении, и в них раньше возникает самосогревание.

Состояние зернохранилищ и их конструкция также могут способствовать самосогреванию. Чем лучше герметизировано зернохранилище

и менее теплопроводны его стены, пол и крыша, тем меньше опасность возникновения самосогревания.

Виды самосогревания. В зависимости от состояния зерновой массы и условий хранения самосогревание может возникнуть в различных ее частях. В практике хранения зерна различают следующие виды самосогревания: гнездовое, пластовое и сплошное.

Гнездовое самосогревание может возникнуть в любом участке. Причинами возникновения гнездового самосогревания может быть увлажнение какого-то участка зерновой массы в результате: 1) неисправности крыши или плохой гидроизоляции стен хранилища; 2) засыпки в одно хранилище зерна с различной влажностью и образования очага с повышенной влажностью; 3) образования участка с повышенным содержанием примесей, пыли и микроорганизмов; 4) скопления насекомых и клещей в одном участке насыпи. Таким образом, гнездовое самосогревание возникает только при нарушении основных правил размещения зерна и ухода за ним.

Пластовое самосогревание может возникнуть в зерновой массе при хранении ее в складах, элеваторах и бунтах. В зависимости от расположения греющегося пласта различают самосогревание верховое, низовое, вертикально-пластовое. Обязательное условие пластового самосогревания — это увлажнение отдельных слоев насыпи.

Верховое самосогревание встречается при хранении зерновой массы в периоды наибольшего перепада температур зерна и атмосферного воздуха, то есть поздней осенью и весной.

Горизонтальный пласт греющегося зерна размещается на глубине 0,7...1,5 м, а если толщина зернового слоя в складе — 1,0...1,5 м, то на глубине 15...25 см от поверхности.

Данному виду самосогревания зерновой массы способствует такое ее свойство, как термовлагопроводность. Осенью потоки теплого и влажного воздуха поднимаются в зерновой массе вверх и встречаются в верхнем участке насыпи с уже охлажденным атмосферным воздухом. В результате их взаимодействия верхний слой зерновой массы увлажняется, при этом возможно и появление конденсационной влаги. Влага поверхности насыпи испаряется в окружающее пространство. Остальная масса увлажненного зерна (на глубине 0,7...1,5 м) превращается в интенсивный источник теплоты.

Весной атмосферный воздух теплый, а зерновая масса после зимнего хранения имеет отрицательную температуру. Обогревание верхнего слоя идет сверху вниз по направлению потока теплоты. Вместе с теплотой из верхнего слоя насыпи мигрирует и влага. Теплый и увлажненный воздух встречается с холодной зерновой массой, и создаются условия

для конденсации влаги. В результате усиливаются физиологические процессы, что приводит к самосогреванию в указанном слое. Верховое самосогревание в весенний период, как правило, наблюдается в партиях переохлажденного зерна.

Низовое самосогревание развивается в нижнем слое насыпи на расстоянии 20...50 см от пола. Оно возникает в складах ранней осенью при засыпке теплого зерна с повышенной влажностью на холодный пол. Низовое самосогревание может развиваться и при размещении зерновой массы на сырой грунт или площадку без должной гидроизоляции. Такое самосогревание сопровождается прорастанием и слеживанием зерна в нижнем слое насыпи. Самосогревание может быстро захватить и верхние слои насыпи, так как теплота легко перемещается в вышележащие слои.

Вертикально-пластовое самосогревание характеризуется образованием вертикального греющегося пласта в зерновой массе, хранящейся в складах и силосах. Причиной этого вида самосогревания является неравномерный обогрев или охлаждение стен хранилища или их увлажнение.

Самосогреванию зерновой массы в вертикальном пласте способствует перепад температур в насыпи около стен и в остальной ее массе. Возникновению вертикально-пластового самосогревания способствует самосогревание зерновой массы, в результате чего около стен хранилища сосредоточивается легкий сор, пыль, семена сорняков и другие компоненты с повышенной физиологической активностью.

Сплошное самосогревание — это повышение температуры во всей зерновой массе, за исключением строго ограниченных периферийных участков. Оно обычно бывает следствием других видов самосогревания и появляется при хранении зерна с высокой влажностью и содержанием большого количества примесей. Такие партии зерна нестойки при хранении, так как интенсивные физиологические процессы протекают во всей зерновой массе, вследствие чего она за короткий промежуток времени может быть охвачена самосогреванием. Для спасения зерна в этом случае необходимы срочные меры.

Слеживание зерновых масс

Явление частичной или полной потери сыпучести зерновой массы называют слеживанием. Оно сопровождается изменением свойств и качества зерна. Слеживание возникает в результате одной из следующих причин: 1) давления зерна на нижние слои насыпи и участки, прилегающие к стенам хранилища; 2) замерзания влажного и сырого зерна

при его значительном охлаждении; 3) самосогревания; 4) отдельных физиологических процессов.

Уплотнение зерна чаще всего наблюдается в силосах элеваторов. Причем более тяжелые культуры (пшеница) уплотняются меньше, чем легкие (овес).

Слеживание зерновой массы возникает не всегда, а при хранении зерна без перемещения более 1 года. Зерно во влажном и сыром состоянии слеживается довольно легко даже при непродолжительном хранении, поэтому такое зерно нельзя размещать в элеваторах. Смерзание сырого зерна превращает массу зерна в прочные глыбы. Особенно сильно слеживается зерновая масса в процессе самосогревания.

Потере сыпучести и слеживанию зерновой массы способствует нарушение структуры зерна. Под действием микроорганизмов, вредителей и прорастания зерна разрушаются его оболочки и деформируются внутренние ткани. Склеивание зерен происходит также из-за продуктов жизнедеятельности микроорганизмов на поверхности зерен. Слеживание зерна — явление недопустимое.

Контрольные вопросы

1. Какие процессы протекают в зерновой массе при хранении?
2. Какие факторы влияют на долговечность зерна?
3. Как зависит интенсивность дыхания зерна от условий окружающей среды?
4. Какие явления наблюдаются в результате дыхания зерна при хранении?
5. Какие процессы протекают в зерне при дозревании?
6. Назовите причины прорастания зерна при хранении.
7. В чем заключается сущность самосогревания зерновых масс?
8. Какие виды самосогревания зерна при хранении вы знаете?
9. Каковы причины слеживания зерна при хранении? В чем заключаются меры по его предупреждению?

Глава 8.

МИКРОФЛОРА ЗЕРНА. МЕРЫ БОРЬБЫ С БОЛЕЗНЯМИ ПРИ ХРАНЕНИИ

Характеристика микрофлоры зерновых масс

На поверхности зерна и семян любой культуры в значительном количестве находятся микроорганизмы. Основной источник микрофлоры зерновой массы — почва, чрезвычайно богатая микроорганизмами. В 1 г ее содержится от нескольких десятков миллионов до миллиарда микроорганизмов. В 1 г любой зерновой массы можно обнаружить от нескольких десятков до сотни тысяч различных микроорганизмов.

Определенное количество микроорганизмов попадает на поверхность растений с пылью и насекомыми. Их количество увеличивается при уборке и обмолоте из-за того, что микробы скапливаются на шероховатой поверхности зерна. Зерно и семена различных культур на своей поверхности содержат различное количество микробов. Семена бобовых менее насыщены микроорганизмами, чем зерновки злаковых. В зерне и зерновых продуктах обычно присутствуют бактерии, дрожжи, актиномицеты, плесневые грибы. Их видовой состав и количество зависят от климатических условий формирования зерна и от условий его хранения. Микрофлора продуктов переработки зерна определяется их составом в зерновой массе и способом переработки. В результате активной жизнедеятельности микроорганизмов ежегодно при хранении в мире теряется 1...2% сухих веществ.

Зерно населяют следующие микроорганизмы:

- 1) эпифитные, свойственные каждому роду и виду растений;
- 2) паразитирующие на растениях;
- 3) случайно попадающие на растения.

Иногда микробы проникают во внутренние участки зерна. Это так называемая субэпидермальная микрофлора. По образу жизни и воздействию на зерно микрофлору зерновой массы делят на три группы: сапрофитные; фитопатогенные и патогенные для животных и человека.

Сапрофитные микроорганизмы. Среди сапрофитных микроорганизмов встречаются такие, которые не паразитируют на растениях, так как

живут за счет выделений клеток зерна. Эти микроорганизмы получили название эпифитных и относятся к микроорганизмам, населяющим здоровые растения и зерно. Прочие сапрофиты нуждаются для развития в органических веществах, которые они добывают из зерна, частично или полностью разрушая и изменяя его химический состав. Изменение качества зерна при хранении происходит в основном за счет деятельности сапрофитных и некоторых полупаразитных микроорганизмов.

Сапрофитные микроорганизмы представлены бактериями, дрожжами, плесневыми грибами и актиномицетами.

Бактерии преобладают над другими видами микроорганизмов в свежубранном зерне и в партиях доброкачественного зерна. Основные представители бактерий относятся к родам *Erwinia* и *Pseudomonas*. Наиболее распространен вид *E. herbicola*. В партиях свежубранного зерна на долю *E. herbicola* приходится до 92...95% всего количества бактерий. Они не разрушают зерно, и столь значительное их количество служит показателем хороших качеств зерна и его свежести. Оптимальная температура для их развития 27...30 °С. Установлено, что плесневые грибы действуют на *E. herbicola* антагонистически. Исчезновение *E. herbicola* обычно свидетельствует о нежелательных микробиологических процессах в зерновой массе. Поэтому по содержанию *E. herbicola* можно судить о свежести зерна и продолжительности его хранения.

Другим значительно менее многочисленным представителем эпифитных бактерий на зерне является *P. fluorescens*. Эта палочка при развитии образует сероватые колонии, вызывающие флюоресценцию среды.

На семенах присутствуют также бактерии *Bac. mesentericus* (картофельная палочка). В единичных экземплярах эти гниlostные бактерии всегда обнаруживаются в свежубранном и хранившемся зерне. Численность их очень сильно возрастает при самосогревании зерна. Сильное развитие этих бактерий приводит к быстрой порче зерна и муки, хлеб из которой оказывается непригодным к употреблению в пищу — мякиш теряет упругость, делается липким и тянущимся. Этот порок получил название «тягучей» (картофельной) болезни. Споры этих палочек отличаются большой термоустойчивостью, выдерживают кипячение в течение нескольких часов и поэтому хорошо сохраняются при выпечке хлеба. Подавление деятельности этих палочек в тесте достигается повышением его кислотности.

На зерне всегда находятся и бактерии, вызывающие различные кислотные брожения (молочнокислые, маслянокислые), и бактерии, способные интенсивно развиваться при самосогревании зерна. Основным условием их активного развития является повышенная влажность зерновых масс.

В составе микрофлоры свежесобранной зерновой массы всегда находится то или иное количество спор микроскопических *грибов*, получивших название плесневых.

При благоприятных условиях — повышенной влажности и температуре — находящиеся на зерне споры прорастают, образуют мицелий и органы плодоношения. Развитие плесневых грибов в зерновой массе всегда сопровождается потерями сухих веществ, снижением качества или порчей зерна. Разрушается органическое вещество зерна, плесени образуют продукты распада, обладающие специфическим неприятным запахом, а также изменяют цвет и вкус зерна. Все плесневые грибы нетребовательны к условиям окружающей среды и способны размножаться в широком диапазоне влажности и температуры.

В зерновой массе насчитывают более 100 видов грибов. На сохранность и качество зерна главным образом влияют грибы из родов *Aspergillus* и *Penicillium*, за что они получили название грибов хранения, или плесеней хранения (рис. 3).

На поверхности зерна еще можно обнаружить *актиномицеты* — это лучистые грибы, которые попадают в зерновую массу с комочками почвы при уборке урожая. Однако их численность в массе свежесобранного зерна невелика. Актиномицеты при наличии благоприятных условий способствуют самосогреванию зерна.

Дрожжи — это высшие грибные организмы. Присутствие дрожжей проявляется главным образом в зерне с повышенной влажностью. Их влияние на качество зерна менее заметно, чем плесневых грибов.

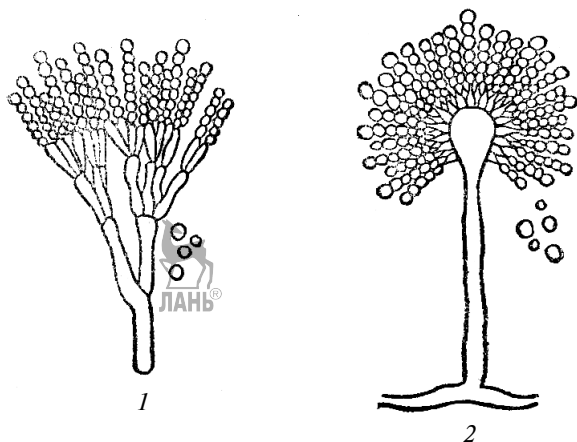


Рис. 3. Типы спор сапрофитных грибов:

1 — пенициллиум (*Penicillium glaucum*); 2 — аспергиллус (*Aspergillus niger*)

Однако они продуцируют тепло в зерновой массе и являются одним из источников появления в ней амбарного запаха.

Фитопатогенные микроорганизмы зерновой массы. Эта группа микроорганизмов представлена бактериями, грибами и вирусами. Они вызывают различные заболевания растений: бактериозы (возбудители бактерии); микозы (возбудители грибы) и т. п. Возбудители болезней попадают на растения главным образом с помощью насекомых, ветра и с каплями дождя. Пораженные фитопатогенными микроорганизмами растения или погибают, или дают урожай в меньшем количестве и пониженного качества.

Известно, что фитопатогенные микроорганизмы не влияют на сохранность зерновой массы. Однако наличие в партиях зерна признаков поражения фитопатогенными микроорганизмами учитывают при общей оценке их качества и последующего использования.

При бактериозах бактерии поражают поверхностные ткани с образованием ожогов. Типичным представителем бактерий этой группы является *Pseudomonas translucens*. Они вызывают «ожог» у пшеницы, ржи, ячменя, кукурузы и риса. Зерно становится шуплым, сморщивается, на нем образуются черные полосы, заполненные бактериями.

Широко распространены микозы. Это головня, спорынья и фузариозы хлебных злаков. Возбудители — различные расы грибов.

Пораженные микроорганизмами зерна могут приобрести ядовитые свойства. По этой причине их количество в партиях зерна ограничивается государственными стандартами. Наличие фитопатогенных микроорганизмов в зерновой массе необходимо учитывать и для правильного размещения и при отпуске зерна (рис. 4).

Микроорганизмы, патогенные для животных и человека. Эти микроорганизмы могут быть косвенным источником распространения некоторых инфекций. Это — возбудители заболеваний только для человека или только для животных. Встречаются микроорганизмы, патогенные как для человека, так и для животных. К их числу относятся возбудители бруцеллеза, туберкулеза и некоторых других болезней.

Патогенные микроорганизмы распространяются через больных людей и животных или через бациллоносителей. Почва также может быть источником опасных заболеваний. Переносчиками инфекций служат также грызуны.

В нашей стране действует система карантина в хозяйствах, в которых есть случаи опасных заболеваний. К зерну, поступающему из районов с инфекционными болезнями, следует относиться осторожно и соблюдать мероприятия, предусмотренные в специальных инструкциях.

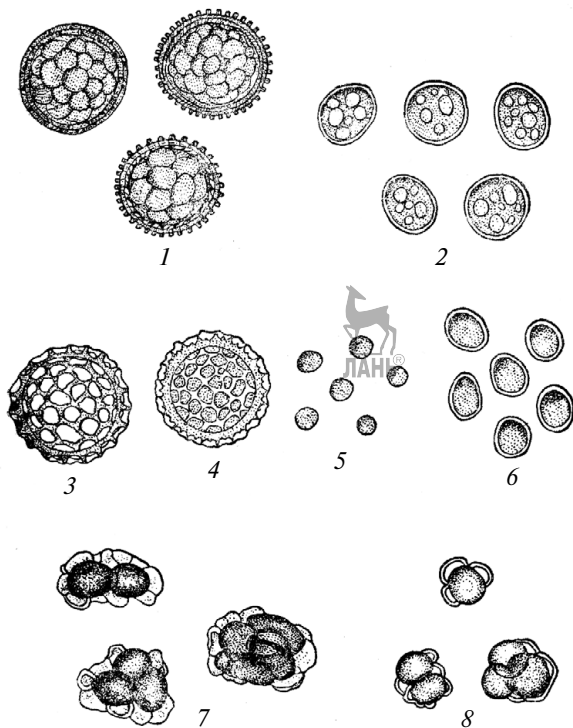


Рис. 4. Споры головневых грибов:

1 — твердая головня пшеницы (возбудитель *Tilletia tritici* Winter); 2 — твердая головня пшеницы (*Tilletia levis* Kuehn); 3 — мокрая головня ячменя (*Tilletia panicis*); 4 — черная (твердая) головня риса (*Tilletia horrida* Tak); 5 — твердая головня сорго (*Ustilago sorghi*); 6 — головня мого́ра¹ (*Ustilago crameri* Korn); 7 — стеблевая головня пшеницы (*Urocystis tritici* Koern); 8 — стеблевая головня ржи (*Urocystis occulta* Rabh)

Влияние условий хранения на развитие микроорганизмов

При хранении зерновых масс их микрофлора может изменяться. Характер этих изменений зависит от состояния зерновой массы и условий хранения.

¹ Мого́р (от лат. *moharicum*), или Щетинник итальянский; пищевая и кормовая культура, по своим качествам сходная с просом (относится к семейству злаковых однолетних, имеет много ценных хозяйственных и кормовых качеств).

Если в зерновой массе нет благоприятных условия для активной жизнедеятельности микроорганизмов, то по мере хранения происходит снижение численности микрофлоры и изменяется состояние между различными видами микробов, что объясняется различной степенью их выживаемости в зерновой массе в неблагоприятных условиях.

При благоприятных для развития микроорганизмов условиях как в свежесобранном зерне, так и в хранившейся длительное время зерновой массе происходит быстрое размножение микроорганизмов и замена одних видов на другие.

На состояние микрофлоры зерновой массы влияют следующие основные факторы: ее общая средняя влажность и влажность отдельных компонентов (основного зерна, примесей и воздуха межзерновых пространств); температура зерновой массы; степень ее аэрации; целостность и состояние покровных тканей зерна; количество и видовой состав примесей.

Остальные факторы (реакция среды, свет и др.) в применении к зерновой массе имеют второстепенное значение. Это объясняется специфическими особенностями зерна как субстрата и методами его хранения. Нормальное по качеству зерно имеет довольно постоянную реакцию среды (рН 5,6...6,4), заметные отклонения от которой наблюдаются только в случае порчи зерна. Все сапрофиты зерновой массы к рассеянному свету относятся безразлично, а по условиям хранения большая часть зерна находится в темноте. Следовательно, свет не является фактором, ограничивающим развитие микробов в зерновой массе.

Влажность зерновых масс и микроорганизмы. Влажность зерновых масс является важнейшим фактором, определяющим их стойкость при различных условиях хранения. Одной из основных причин плохой сохранности зерновых масс с повышенной влажностью является доступность их для воздействия микроорганизмов. Наличие в семенах всех культур большого запаса различных питательных веществ делает каждое семя при содержании в нем определенного минимума влаги прекрасной средой для активного развития многих микроорганизмов.

В зависимости от потребности микроорганизмов во влаге их делят на гидрофиты, мезофиты и ксерофиты. Наиболее требовательны к влаге гидрофиты. Они успешно развиваются на средах, содержащих воду в количестве, соответствующем относительной влажности воздуха около 100 %, минимум — 90 %. Ксерофиты наименее требовательны к влаге и активно развиваются при относительной влажности воздуха 90...95 %, имея нижний предел 70...79 %. У мезофитов нижний предел относительной влажности 80...90 % при оптимуме, близком к 100 %.

Все бактерии, многие дрожжи и актиномицеты являются гидрофитами. Большинство грибов, распространенных в зерновых массах, относятся к мезофитам и ксерофитам.

Низшая граница влажности зерна, при которой становится возможным развитие плесневых грибов в зерновой массе различных культур, близко подходит к величине критической влажности. Минимальная влажность зерна и семян, при которой микробы могут развиваться, должна быть на начальном уровне критической влажности или превышать ее на 0,5...1,0 %.

Граница критической влажности семян разных культур различна. Ее величина зависит от химического состава и особенностей анатомического строения. Так, для пшеницы, ржи и ячменя критическая влажность находится в пределах 14,5...15,5 %, для семян кукурузы — в пределах 13,0...14,0 %, проса — 12,0...13,0 %, семян кормовых трав — 11,0...13,0 %. Низкомасличные семена подсолнечника имеют критическую влажность 10...11 %, а высокомасличные — на уровне 6...9 %. У семян льна она составляет 8...9 %. Эти уровни критической влажности зерна и семян соответствуют относительной влажности воздуха 60...65 %.

При повышенной относительной влажности воздуха (80...90 % и более) в силу законов сорбционного равновесия идет процесс сорбции паров воды семенами и всегда наблюдается явление капиллярной конденсации. Влага, находящаяся в капиллярах, используется микроорганизмами и позволяет им интенсивно развиваться. В атмосфере с содержанием влаги ниже максимального споры плесневых грибов постепенно погибают, причем быстрее при высокой температуре, чем при низкой.

Учитывая потребности микроорганизмов во влаге, критическую влажность и размеры равновесной влажности семян, в практике хранения в различных странах приняты определенные рекомендации. Так, например, в США максимальная влажность партий зерна, предназначенных для хранения в течение 2...3 лет, не должна превышать величину равновесной влажности зерна (14 %), соответствующей относительной влажности воздуха 65 % при температуре 15...21 °С. Относительная влажность воздуха 70...75 % допускается лишь для кратковременного хранения.

Нормирование влажности зерна в России также производится с учетом стойкости его при хранении. Так, в силосах элеваторов на хранение разрешается загружать партии зерна, отвечающие требованиям состояний «сухое» или «средней сухости», что для пшеницы, ржи и ячменя в первом случае соответствует влажности в пределах 14 % и во втором — свыше 14 до 15,5 % включительно. Загрузка в силосы партий зерна с более высокой влажностью разрешается только на короткие сроки с обязательным предварительным охлаждением и очисткой его от примесей.

При закладке партий зерна на многолетнее хранение влажность его не должна превышать 14 %.

Таким образом, правильно организованное хранение зерновых масс в сухом состоянии надежно защищает их от активного развития микроорганизмов, предотвращает потери в весе и снижение качества зерна за счет микробиологического фактора.

Температура. Возможность жизни микроорганизмов определяет и температура зерновой массы. Это вызвано тем, что она влияет на интенсивность различных процессов в теле микроба и на активность ферментов, участвующих в них. При повышении температуры интенсивность процессов увеличивается, при снижении — замедляется. Однако ускорение реакции или ее замедление не беспредельно, за верхним и нижним температурными пределами обмен веществ прекращается.

В зависимости от предела температурного оптимума все микроорганизмы подразделяют на хладостойкие (психрофильные), теплолюбивые (термофильные) и имеющие оптимум при средних температурах (мезофильные). Минимальная температура развития психрофилов $-8...0$ °C, оптимальная — $10...20$ °C, максимальная — $25...30$ °C. Минимальная температура для развития термофильных микроорганизмов находится в пределах $25...40$ °C, оптимум — $50...60$ °C и максимум — $70...80$ °C. Однако микрофлора зерновой массы в основном представлена мезофилами, которые быстро развиваются при температуре $20...40$ °C, медленно — при температуре менее 20 и более $40...45$ °C. Представители других групп в зерновой массе немногочисленны.

Повышение температуры зерновой массы свыше оптимальной понижает жизнеспособность микроорганизмов, а температура выше $40...50$ °C приводит к их гибели (за исключением термофилов). Однако использование высоких температур для стерилизации зерна неприемлемо, так как эти температуры губительны для самого зерна.

Пониженные и низкие температуры тормозят развитие микроорганизмов, но не приводят к их гибели. Консервирующее действие пониженных температур, при которых заметно снижается жизнедеятельность микроорганизмов, ощущается при $8...10$ °C. При этих условиях в партиях зерна с невысокой влажностью задерживается развитие бактерий и даже плесневых грибов.

Следует помнить, что охлаждение зерновой массы до минусовых температур лишь приостанавливает рост микроорганизмов. Микробы не гибнут даже при -20 °C. При оттаивании они вновь начинают размножаться. Однако охлаждение зерновой массы — полезное мероприятие, которое используют для защиты зерна от активного воздействия микроорганизмов и сохранения его качества.

Доступ воздуха в зерновую массу. Это фактор, который может лимитировать жизнедеятельность микроорганизмов. По потребности в кислороде их подразделяют на аэробные, которым для жизни необходим кислород; факультативно-анаэробные, способные жить как в кислородной, так и в бескислородной среде, и облигатно-анаэробные, развивающиеся лишь в среде, лишенной кислорода.

Микрофлора зерновой массы состоит в основном из аэробных микроорганизмов, которые при недостатке кислорода в воздухе межзернового пространства прекращают жизнедеятельность. При доступе воздуха и при наличии благоприятной влажности и температуры в зерновой массе наблюдается активное развитие микроорганизмов, и прежде всего плесневых грибов. Такая закономерность в развитии микрофлоры зерновой массы имеет большое практическое значение, и ее используют для обоснования режима хранения зерна без доступа воздуха.

При этом природа консервации зерновой массы, и прежде всего ее микрофлоры, состоит в том, что угнетение аэробных микроорганизмов, и в первую очередь плесневых грибов, происходит в результате специфического действия на них повышенных доз углекислого газа. Вместе с тем гибель микроорганизмов происходит в результате отсутствия кислорода, необходимого для жизнедеятельности микроорганизмов. Таким образом, при хранении зерновой массы необходимо правильно использовать доступ воздуха, особенно при проветривании и активном вентилировании.

Степень аэрации зерновой массы влияет на состояние микрофлоры следующим образом:

- ограниченный доступ воздуха, сокращение запаса кислорода и накопление в зерновой массе CO_2 приводит к угнетению микрофлоры и уменьшению ее численности;
- доступ воздуха, сопровождаемый охлаждением и снижением влажности зерна, также угнетает развитие микроорганизмов;
- проветривание, перемещение или продувание влажной зерновой массы воздухом, не сопровождающееся снижением влажности или понижением температуры, способствуют развитию микроорганизмов, и в первую очередь плесневых грибов.

Состояние покровных тканей. Зерно от воздействия микроорганизмов предохраняют покровные ткани. Некоторые сапрофиты не способны разрушить клетчатку и проникнуть внутрь зерна. Кроме того, жизнеспособные зерна, обладая механическим и активным иммунитетом, препятствуют проникновению паразита вглубь организма. Поэтому микроорганизмы прежде всего развиваются на битых, поврежденных и утративших жизнеспособность зернах.

Активность развития микроорганизмов возрастает в зависимости от характера повреждения зерна в следующей последовательности: повреждение оболочек в области эндосперма; повреждение оболочек в области зародыша; зерна с единичными трещинами; зерна с сеткой трещин и крупноколотые.

Наиболее уязвимое место для нападения микроорганизмов — это зародыш целого здорового зерна, так как он менее защищен оболочками, чем другие части зерна. Зародыш покрыт лишь одной семенной оболочкой и тонкой пленкой клетчатки. Вместе с тем он богат различными питательными веществами в доступной для микробов форме.

Зерна, поврежденные или полностью испорченные микроорганизмами, обладают значительно большей интенсивностью дыхания, чем нормальные. Поэтому наличие в зерновой массе зерен травмированных, поврежденных и испорченных микроорганизмами резко снижает ее стойкость при хранении. Перед закладкой зерновой массы на хранение эти зерна из нее необходимо удалять.

Примеси. В значительной мере количество микроорганизмов в зерновой массе определяет *количество* и *состав* в ней примесей. Установлено, что 30...65% всей микрофлоры в кондиционном по влажности и засоренности зерне пшеницы размещается на примесях. Наиболее насыщены микробами испорченные зерна, минеральный и органический сор. Поэтому перед закладкой зерна на хранение его в обязательном порядке необходимо очищать.

Воздействие микроорганизмов на зерновую массу

Микроорганизмы оказывают отрицательное воздействие в первую очередь на качество зерна при хранении. Вследствие их жизнедеятельности снижаются масса сухого вещества зерна, его жизнеспособность, технологические и товарные показатели качества, питательная ценность. В некоторых случаях зерно приобретает ядовитые свойства.

Под действием микроорганизмов изменяются прежде всего основные показатели свежести зерна: цвет, блеск, запах и вкус. Изменение в цвете зерна сопровождается образованием запахов разложения, обусловленных развитием микроорганизмов. Результатом накопления в зерне продуктов активной жизнедеятельности плесеней, прежде всего грибов из рода *Penicillium*, являются плесневый и затхлый запахи.

Приобретение зерновой массой затхлого запаха относится к одному из недопустимых дефектов зерна. Хлебоприемные предприятия не принимают затхлое зерно, так как этот запах трудно или совсем не удаляется из зерна и при его переработке передается муке, крупе, печеному хле-

бу и другим изделиям. Затхлому запаху сопутствуют неприятный вкус зерна, увеличение титруемой кислотности, а также образование аминокислот и аммиака. Повышение титруемой кислотности зерна при хранении свидетельствует о его несвежести. Необходимо отметить, что плесневый и затхлый запахи в партиях зерна с повышенной влажностью могут появиться очень быстро — через несколько суток хранения.

К запахам зерна, имеющим микробиологическую природу, относят также гнилостный и амбарный. Гнилостный запах возникает при полной порче сырого зерна. Амбарный запах объясняется анаэробным условием хранения зерна и жизнедеятельностью дрожжей, выделяющих этиловый спирт и различные органические кислоты, которые сорбируются зерном.

Плесневение зерна сопровождается понижением его всхожести. Потеря всхожести объясняется отравлением клеток зародыша семени продуктами метаболизма плесневых грибов, обладающих токсическими свойствами. На этот дефект зерна обращают особое внимание. Так, зерно пшеницы, содержащее зерновки с потемневшими зародышами, считают больными.

Развитие плесеней из родов *Aspergillus* и *Penicillium* в зерне в период хранения может сопровождаться образованием микотоксинов. Микотоксины — продукты жизнедеятельности плесеней, чрезвычайно токсичны для животных и человека. Обнаружено более 200 токсических веществ, выделяемых плесневыми грибами: афлатоксины, охратоксины, патулин, зеараленон и др., среди которых ввиду особой токсичности и канцерогенности наибольшую опасность представляют афлатоксины, выделяемые, в частности, *Aspergillus flavus*.

Одной из причин, снижающей качество сильной и твердой пшеницы, является развитие фузариоза. Фузариоз пшеницы приводит (как уже упоминалось в гл. 3) к загрязнению зерна дезоксиноваленолом, представляющим серьезную опасность для здоровья людей. Человек, получивший в пищу продукты из ядовитого зерна, заболевает алейкией, приводящей к резкому уменьшению в крови лейкоцитов.

Таким образом, все сказанное свидетельствует о недопустимости активного развития микроорганизмов в зерновых массах при хранении.

Меры борьбы с микроорганизмами при хранении зерна

Защита зерна при хранении от активного воздействия микроорганизмов предусматривает следующий комплекс мероприятий:

1. Профилактические меры, предупреждающие активное развитие микроорганизмов.

1. Максимальная очистка свежесобраных партий зерна от всех фракций сорной примеси в сжатые сроки. Наибольший результат дает проведение очистки в процессе обмолота зерна или вслед за обмолотом. В условиях хлебоприемного пункта — очистка зерна в потоке в ходе приема.

2. Снижение влажности зерна до критической путем тепловой сушки.

3. Солнечная сушка зерна, особенно семенного назначения.

4. Достаточная гидроизоляция хранилищ.

5. Снижение относительной влажности воздуха в межзерновых пространствах зерновой массы до уровня 70...75% для предотвращения «отпотевания» зерна. Особенно важное значение это мероприятие имеет для партий свежесобранного зерна с влажностью в пределах или несколько выше критической. Рациональный способ снижения влажности — активное вентилирование, которое возможно применять, даже не рассчитывая на снижение температуры зерновой массы или ее влажности.

6. Охлаждение зерновой массы до температуры ниже 10 °С. Для этой цели необходимо использовать суточные перепады температур, особенно при применении активного вентилирования.

7. Регулярное наблюдение за температурой зерновой массы по слоям и предупреждение явления термовлагопроводности.

8. Соблюдение правил активного вентилирования. Правильные монтаж и эксплуатация установок во избежание образования застойных мест в насыпях. Подача достаточного объема воздуха на тонну зерновой массы, увязанная с целями вентилирования.

9. Профилактическая газация зерна, если имеются условия для достаточной герметизации хранилища.

II. Мероприятия, направленные на ликвидацию развивающихся микробиологических процессов.

1. Немедленное проветривание и охлаждение партий зерна, в которых обнаружен амбарный запах.

2. Срочная тепловая сушка партий зерна, в которых обнаружено активное развитие плесневых грибов. При невозможности немедленной организации сушки — охлаждение до температуры ниже 8 °С, лучше до нуля и ниже.

3. Срочное охлаждение или сушка зерновых масс, в которых выявлен процесс самосогревания.

Контрольные вопросы

1. На какие виды подразделяются микроорганизмы, поражающие зерно при хранении?

2. Какие условия благоприятны для развития микроорганизмов в зерновой массе?
3. Почему нормируется количество патогенных микроорганизмов в зерновой массе?
4. Как влияет влажность и температура зерна на развитие микроорганизмов в зерновой массе?
5. Влияние аэрации при хранении зерновой массы на состояние микрофлоры.
6. Какое воздействие оказывают микроорганизмы на качество зерна при хранении?
7. Какие профилактические мероприятия используются для предупреждения развития микроорганизмов?
8. Меры борьбы, направленные на ликвидацию микробиологических процессов в зерне при хранении.



Глава 9.

ВРЕДИТЕЛИ ХЛЕБНЫХ ЗАПАСОВ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ

Общая характеристика вредителей хлебных запасов

Вредители хлебных запасов распространены очень широко и известны давно. С появлением хранилищ началось заселение их насекомыми и грызунами. Постепенно они образовали группу вредителей хлебных запасов. Часть из них настолько приспособилась к существованию в хранилищах и хранимых объектах, что потеряла связь с природой (амбарный долгоносик, амбарная моль, хрущаки). Другие способны размножаться и существовать как в природе, так и в хранилищах (рисовый долгоносик, зерновая моль, фасоловая зерновка, клещи). Третьи размножаются только в природных условиях и попадают в хранилище вместе с урожаем (гороховая зерновка, зерновая совка, нематоды).

Вредители хлебных запасов повреждают продукцию на токах, в хранилищах, на перерабатывающих предприятиях, а также в системе торговли и общественного питания. Только в результате развития вредителей из класса насекомых теряется не менее 5% мировых запасов зерна и вырабатываемых из него продуктов.

Вредители, развиваясь в хлебных запасах, ухудшают пищевые, товарные и семенные качества. Некоторые виды вредителей питаются зародышами, что приводит к снижению всхожести зерна. А поскольку жизнедеятельность вредителей протекает в зерновых массах и продуктах их переработки, то неизбежно загрязнение последних экскрементами, шкурками после линьки личинок и трупами умерших экземпляров.

Развитие вредителей приводит к повышению влажности и температуры зерновой массы в результате выделения ими влаги и теплоты при дыхании. Это, в свою очередь, усиливает жизнедеятельность зерновой массы и может привести к самосогреванию. Обладая положительным гидро- и термотаксисом², вредители мигрируют в насыпях зерна и могут быть причиной самосогревания зерновой массы с невысокой влажностью. Некоторые вредители являются переносчиками инфекционных

² Таксис в биологии — двигательные реакции в ответ на односторонне действующий стимул, свойственные свободно передвигающимся организмам.

заболеваний человека и животных. Иные способны портить здания хранилищ, оборудование, тару.

Если оценить степень причиняемого ущерба различными видами вредителей хлебных запасов, то наиболее опасны мышевидные грызуны и птицы.

Среди беспозвоночных наибольший ущерб зерну наносят насекомые. В настоящее время известно до 1 млн различных видов насекомых, объединяемых в один класс — Insecta.

Все вредители зерна из класса насекомых относятся к отряду жесткокрылых (жуков) и чешуекрылых (бабочек). Все интересующие нас насекомые являются яйцеродными. Всего различают 4 фазы развития насекомых: яйцо, личинка, куколка и взрослое насекомое, или имаго.

Жуки. Насекомые из отряда жуков имеют утолщенные и сильно хитинизированные передние крылья, так называемые надкрылья. Задние крылья у жуков тонкие. Отряд жуков состоит из нескольких сотен тысяч видов. К существованию в хранилищах с использованием в пищу зерновых продуктов приспособилась небольшая их часть. Главные из них по частоте встречаемости следующие (в %): рисовый долгоносик — 45; булавоусый хрущак — 34; зерновой точильщик — 29; короткоусый мукоед — 23; суринамский мукоед — 20; хрущак гладкий — 10; амбарный долгоносик — 6.

Наибольший вред хранящимся продуктам причиняют жуки из семейства долгоносиков. Название долгоносиков они получили из-за формы головы, вытянутой в трубку. Представители этого семейства — амбарный и рисовый долгоносики.

Амбарный долгоносик (*Sitophilus granarius*) имеет длину от 3 до 5 мм, тело окрашено в коричневый цвет и блестящее (рис. 5). Нижние крылья у амбарного долгоносика находятся в атрофированном состоянии — эти жуки не летают. При размножении самка откладывает яйцо в высверленную головотрубкой ямку в зерне, после чего она сразу заделывает ее липкой жидкостью, которая быстро затвердевает, образуя пробку.

Развитие одного поколения при благоприятных условиях (температура 27 °С и влажность зерна выше 14 %) протекает за 28...30 дней. За всю жизнь самка может отложить до 250 яиц. Долгоносики могут развиваться и в сухом зерне с влажностью 10...12 %. В теплом помещении долгоносик может развиваться круглый год, давая до пяти поколений. Жук избегает света, не выносит сквозняков, а при заморозках погибает.

При малейшем перемещении зерновой массы долгоносик замирает — это явление тонатоза. Прижимая усики и ноги во время перемещения зерна, насекомые таким образом спасаются от механических повреждений.

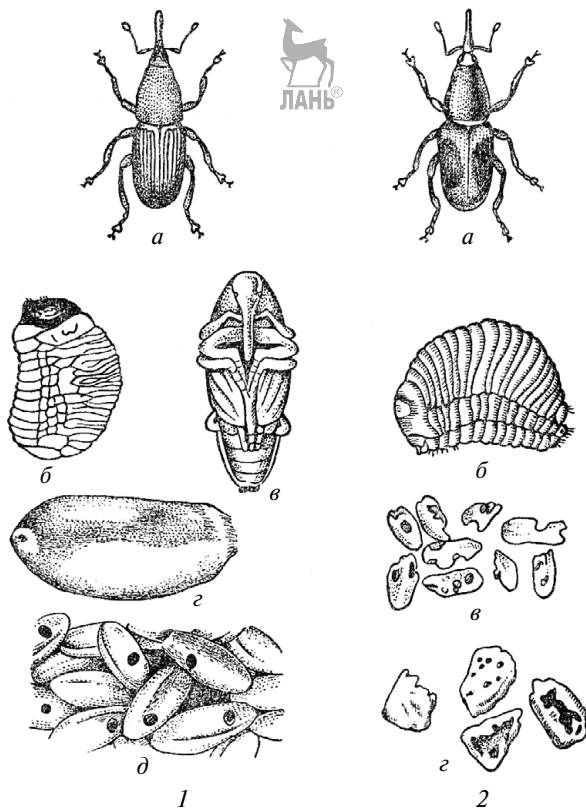


Рис. 5. Амбарный и рисовый долгоносики:

1 — амбарный долгоносик (*Calandra granaria* L.): а — жук, б — личинка, в — куколка, г — зерно пшеницы с ямкой для откладки яйца, д — поврежденные зерна пшеницы;
 2 — рисовый долгоносик (*Calandra oryzae* L.): а — жук, б — личинка, в — зерна риса, поврежденные рисовым долгоносиком, г — зерна кукурузы, поврежденные рисовым долгоносиком

Чаще всего амбарный долгоносик встречается в пшенице, ржи, ячмене и рисе, реже — в овсе, кукурузе и гречихе. Известны случаи развития долгоносиков в макаронах и муке. Не развивается он в зерне проса, семенах масличных и бобовых культур.

Рисовый долгоносик (*Sitophilus oryzae* L.) имеет на надкрыльях четыре симметрично расположенных рыжевато-желтых пятна. Жук хорошо летает. Размножается как в хранилищах, так и в зерне на корню. Более плодовит и теплолюбив, чем амбарный долгоносик.

Трудность борьбы со всеми видами долгоносиков связана с тем, что они развиваются внутри зерна.

Большой вред продуктам переработки зерна наносят жуки из семейства чернотелок. Типичные представители — малый мучной и большой мучной хрущаки.

Малый мучной хрущак (*Tribolium confusum*) имеет тело рыжеватого-коричневого цвета. Длина жука — 3,0...3,5 мм. Он не летает. Самки способны откладывать до 1000 яиц, давая до четырех поколений в год. Весь цикл развития при благоприятных условиях продолжается 27...35 дней. Вредят жуки и личинки, питаются мукой, зерном, крупами, хлебом и другими продуктами. Поврежденные продукты приобретают неприятный вкус и запах, мука становится комковатой и непригодной в пищу.

Большой мучной хрущак (*Tribolium molitor*) имеет самые крупные размеры среди всех жуков-вредителей хлебных запасов. Длина его тела бурого цвета достигает 12...16 мм. Самка откладывает около 600 яиц. Вредят жуки и личинки. Питаются главным образом продуктами переработки зерна, а также самим зерном. Имея на грудных и брюшных сегментах пахучие железы, выделяют жидкость с острым, раздражающим запахом. В результате этого продукты приобретают неприятный вкус и запах, пищевые достоинства снижаются.

Среди вредителей зерновых продуктов известны также жуки из семейства точильщиков. Жуки этого семейства характеризуются выпуклым телом и головой, покрытой капюшоном так, что при осмотре сверху голова не видна.

Типичный представитель точильщиков — *хлебный точильщик* (*Stegobium raniceum*). Жук маленький — длина тела, окрашенного в коричневый или бурый цвет, 1,8...3,8 мм. В течение своей жизни жук не питается, а живет за счет питательных веществ, отложенных в теле личинки и куколки. Личинки крайне прожорливы — они грызут зерно, крупы и другие твердые продукты, делая в них многочисленные ходы.

Семена бобовых культур повреждаются жуками из семейства зерновок. Личинки этих жуков развиваются в семенах. Из представителей семейства зерновок прежде всего необходимо выделить гороховую и фасолевую зерновки.

Гороховая зерновка (*Bruchus pisorum*) имеет тело темного цвета с белыми полосами. Длина — 4...5 мм. Горошины, поврежденные зерновкой, теряют до 35% массы и почти полностью теряют всхожесть. Начиная свое развитие в поле, жук заканчивает его в складах. Личинки прогрызают стенки боба, проникают в горошину, в ней питаются, растут и окукливаются. Однако из семени жук осенью не выходит, а остается в нем до весны. Горошины, поврежденные зерновкой, не только теряют массу и всхожесть, но и загрязняются экскрементами и продуктами

линьки личинок и куколок. Гороховая зерновка — жук-монофаг, то есть повреждает только семена гороха полевого и кормового.

Жук *фасоловой зерновки* (*Acanthoscelides obtectus*) похож на жука гороховой зерновки. Вредитель повреждает в основном фасоль, но может также повреждать семена гороха, вики и других бобовых. В одном семени фасоли может развиваться несколько личинок. Этот вредитель заражает семена не только в поле, но и при хранении.

Бабочки. Из 80 тыс. видов бабочек некоторые являются вредителями зерна и зерновых продуктов. Эти насекомые проходят те же стадии развития, что и жуки, — яйцо, личинка (гусеница), куколка, взрослое насекомое.

Отличительная черта бабочек — это ротовой аппарат сосущего типа, поэтому они не способны грызть твердую пищу. Основной вред причиняют гусеницы.

Бабочки — вредители хлебных продуктов — относятся к семействам молей, огневок и совок.

Амбарная (зерновая, хлебная) моль (*Tinea granella L.*)³ относится к семейству молей. Обитает только в зернохранилищах и в природных условиях не встречается. Бабочки откладывают яйца непосредственно на поверхности зерен. Длина гусеницы амбарной моли — 7...10 мм. Гусеницы выедают эндосперм зерна. Выделяемая гусеницами паутина скрепляет в комки несколько десятков выеденных зерен. Образование таких комков в верхнем слое зерновой массы является характерным признаком, указывающим на ее зараженность амбарной молью. В год амбарная моль дает два поколения и считается одним из основных вредителей зерна (рис. 6).

Зерновая амбарная (ячменная) моль (*Sitotroga cerealella*)⁴ — это небольшая бабочка (рис. 7) с длиной тела 4...6 мм серовато-желтого цвета. Она способна заражать зерно как в поле, так и в хранилищах, где в течение года дает несколько поколений. Бабочки откладывают яйца на поверхности зерна. Вышедшие из яйца гусеницы вгрызаются в зерна и развиваются внутри их, выедая эндосперм. За время развития гусеница выедает 3/4 эндосперма зерна. Перед окукливанием она подготавливает для бабочки выход, надгрызая оболочку зерна.

Мельничная огневка (*Ephestia kuehniella*) относится к семейству огневок. Это важнейший вредитель продуктов переработки зерна. Гусеницы очень подвижны, прожорливы и способны питаться самыми разнообразными зерновыми продуктами, обитая в верхних слоях насыпи

³ Сем. Tineidae (Настоящие моли).

⁴ Сем. Gelechiidae (Выемчатокрылые моли).

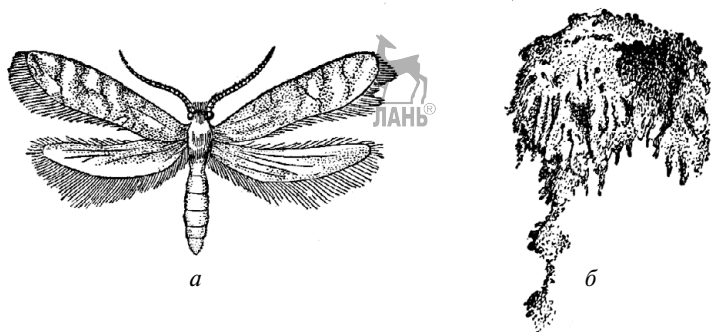


Рис. 6. Амбарная моль:

a — бабочка; *б* — ком из зерен пшеницы, скрепленных паутиной гусениц амбарной моли

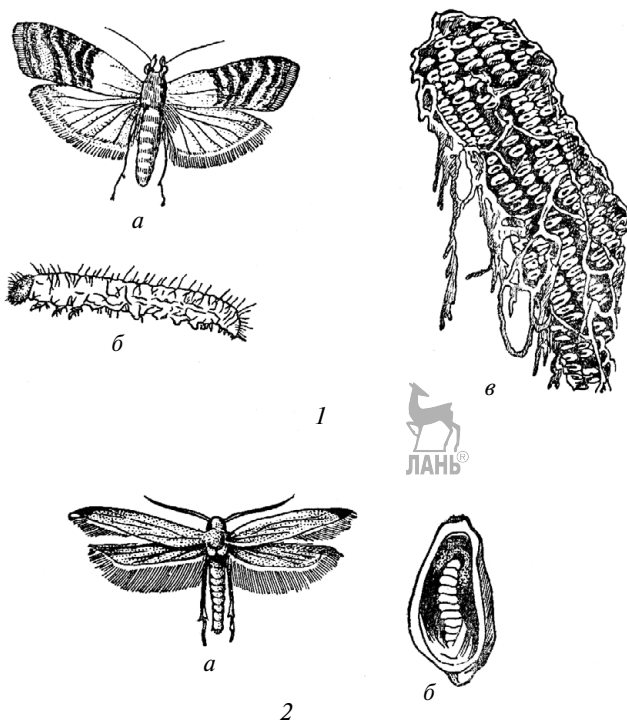


Рис. 7. Южная амбарная огневка и зерновая моль:

1 — южная амбарная огневка (*Plodia interpunctella* Hb.): *a* — бабочка, *б* — гусеница, *в* — початок кукурузы, поврежденный южной амбарной огневкой;
2 — зерновая моль: *a* — бабочка, *б* — гусеница в зерне

на глубине 15 см. Гусеницы могут расселяться в оборудовании мукомольных заводов, повреждая шелковые сита рассевов. Бабочка дает несколько поколений в год.

Зерновая совка (*Hadena basilinea*) относится к семейству совок. Совки очень плодовиты и откладывают до 3 тыс. яиц на колосе в поле. Отродившиеся гусеницы начинают повреждать зерно еще в поле, объедая его с поверхности. Они очень прожорливы: одна способна повредить до 200 зерен пшеницы. Во время уборки урожая часть гусениц попадает в хранилища и остается там в зерновой массе до весны. В сухом зерне они выедают зародыш. Ко времени окукливания гусеницы залезают в щели стен и полов хранилищ.

Клещи. Они относятся к классу паукообразных (отряд Acarina). В зерновых продуктах и хранилищах встречаются несколько видов клещей, размером до 1 мм.

По образу жизни и степени вредности всех клещей можно разделить на две группы.

1. Клещи, питающиеся непосредственно зерновыми продуктами. У представителей этой группы хорошо развиты верхние челюсти, они могут грызть частички зерна, имеющиеся в зерновой массе, а иногда и целые зерна. К этой группе клещей относятся: мучной, клещ Родионова, удлиненный, обыкновенный, волосатый, гладкий и бурый.

2. Клещи, питающиеся только жидкой пищей. Клещи этой группы имеют ротовой аппарат колюще-сосущего типа. Прокалывая оболочку растения или животного, они высасывают из него жидкое содержимое. Находясь в зерновой массе, они питаются своими сородичами, а также яйцами и куколками насекомых. К числу таких относятся клещи из семейства хищных, амбарных и пузатых.

Самки клещей откладывают яйца, из которых развиваются личинки. Личинка после определенного срока превращается в личинку второго возраста, так называемую первую нимфу. Нимфа линяет и переходит во вторую нимфу, из которой после линьки выходит взрослый клещ-самец или самка. При наступлении неблагоприятных условий существования у некоторых клещей из первой нимфы образуется гипопус, который очень устойчив к неблагоприятным условиям (рис. 8).

Цикл развития клещей проходит в зависимости от окружающих условий от 2 нед. до нескольких месяцев. Оптимальные температуры для их развития находятся в пределах от 18 до 27 °С, влажность зерна — выше 14...15%. Первоначальное заражение зерновых масс обычно происходит на токах во время уборки урожая. Переносчиками клещей могут быть грызуны, птицы и насекомые.

Хранящемуся зерну клещи причиняют следующий вред:

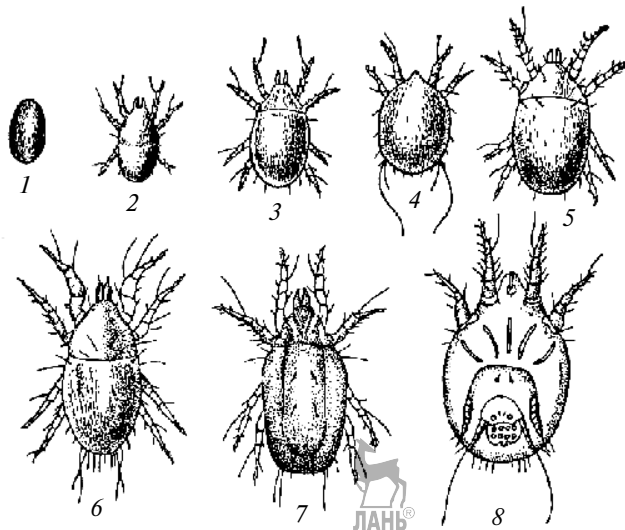


Рис. 8. Мучной клещ (*Tyroglyphus farinae* L.):

1 — яйцо; 2 — личинка; 3 — первая нимфа; 4 — подвижный гипопус; 5 — вторая нимфа; 6 — самец; 7 — самка; 8 — гипопус снизу (по П. Д. Румянцеву и В. Н. Шеголеву)

1. При большом скоплении они способны питаться зерном. Так, в очень влажном зерне они могут выесть часть зародыша и прилегающие к нему участки эндосперма.

2. Загрязняют зерновую массу, крупу и муку продуктами своей жизнедеятельности (шкурками от линьки, экскрементами и трупам).

3. Придают зерновым продуктам специфические неприятные запахи, ухудшают их цвет и вкус.

4. Выделяют тепло и влагу и тем самым создают условия для самогревания зерновых продуктов.

5. Создают условия для развития микроорганизмов в результате повреждения оболочек зерна.

6. Понижают всхожесть семян, разрушают их зародыши.

Мышевидные грызуны. К этому семейству (*Muridae*) относят крыс, мышей, хомяков, полевок — опаснейших вредителей, приносящих огромный ущерб пищевым запасам во всех странах мира. Они уничтожают большое количество продуктов, загрязняют их, являются переносчиками инфекционных заболеваний, портят тару, оборудование и хранилища.

Грызуны очень плодовиты. Так, от одной пары крыс может появиться потомство до 800 особей. При питании одна взрослая крыса уничтожает за год до 12 кг зерновых продуктов.

В местах хранения зерна грызуны устраивают свои гнезда в подпольях складов, в грунте под складами и около них, между обшивками двойных стен, а также на захлавленных и покрытых сорной растительностью участках.

Птицы. Класс птицы (*лат. Aves*) также уничтожают много зерна и засоряют его своими экскрементами. Например, один воробей потребляет в день 8...10 г зерна. Птицы — переносчики клещей и микроорганизмов. Важной мерой в защите хлебных запасов от птиц является предотвращение их доступа в хранилища.

Влияние условий окружающей среды на жизнедеятельность вредителей хлебных запасов

Поиск эффективных методов борьбы с вредителями хлебных запасов должен базироваться на закономерных связях этих живых существ с условиями их жизни. Среди таких условий важнейшими являются следующие: наличие пищи, ее химический состав и количество в ней влаги; влажность и температура воздуха в хранилище; освещенность помещения; состав воздуха и др.

Пределы способности насекомых и клещей переносить те или иные колебания каждого фактора называют экологической пластичностью. Благодаря подвижности и развитым органам чувств насекомые активно отыскивают благоприятные условия и уходят от неблагоприятных. Реакцию живого организма на воздействие среды обитания называют таксисом. Различают термо-, гидро-, светотаксис и др. Таксисы имеют большое значение в жизни вредителей, что необходимо учитывать при хранении зерна.

Наличие пищи. Насекомые и клещи питаются готовыми органическими веществами. Причем у насекомых наиболее прожорливы личинки и гусеницы. Взрослые особи у отдельных видов не питаются, а живут за счет веществ, накопленных еще личинкой. Однако большинство вредителей хлебных запасов нуждается в пище.

Особенности питания насекомых и клещей отразились на строении ротового аппарата, форме тела, способах движения и особенностях поведения. Типы повреждения разнообразны и постоянны у каждого вида вредителей. Поэтому характер повреждения зерновых продуктов может служить диагностическим признаком вида вредителя.

Продолжительность жизни вредителя зависит от его вида и условий окружающей среды. Они быстро погибают в сухом воздухе, так как это приводит к значительной трате запаса веществ и обезвоживанию

организма. При определенных условиях вредители могут длительное время существовать без пищи, и поэтому самообеззараживания пустых зернохранилищ, где хранилось зараженное зерно, не происходит. Они должны быть подвергнуты дезинфекции.

Влажность зерновых продуктов. Содержание воды у различных видов вредителей колеблется в пределах от 48 до 67%. При недостатке воды развитие насекомых и клещей может задерживаться или даже останавливаться. Дегидратация — одно из наиболее важных явлений, ограничивающих жизнь вредителей.

Для осуществления различных жизненных функций вредителю требуется различная влажность продукта. Для существования насекомых необходима меньшая влажность продукта, чем для завершения нормального цикла их развития.

Зерно и продукты его переработки при хранении имеют влажность 13...14%, а часто и выше. Низшая граница влажности продукта для существования наиболее вредоносных вредителей находится на уровне 8...20%, оптимум 12...25%. Таким образом, сопоставляя эти значения влажности, можно заключить, что влажность продукта при хранении — фактор, лишь частично ограничивающий развитие многих очень опасных видов клещей и насекомых.

Температура зерновой массы и воздуха в хранилищах. Насекомые и клещи не имеют постоянной температуры тела, и способность регулировать температуру тела у них очень ограничена. Поэтому активность физиологических процессов насекомых и клещей не постоянна и зависит от температуры окружающей среды.

Для каждого вида имеются свои ограничительные границы активности, есть зона смертельно высоких и смертельно низких температур, зона теплового и холодового окоченения и зона нормальной активности. Нижний температурный порог активного существования насекомых и клещей находится на уровне 6...12 °С, верхний — 36...42 °С. Оптимальные температуры развития находятся в пределах 18...32 °С. За пределами границ активности насекомых и клещи впадают в состояние окоченения. Они становятся почти неподвижными, удлиняется или приостанавливается прохождение всех фаз развития. Температура 35 °С неблагоприятна для вредителей: они прекращают кладку яиц. Тепловое окоченение наступает при температуре выше 38 °С, а их гибель — при 48...55 °С.

От переохлаждения насекомые гибнут при температуре –12 °С и ниже, когда в их организме образуется лед. Кладка яиц, питание и передвижение прекращаются при температуре +10...–10 °С, а удлинение сроков прохождения фаз развития вредителей наступает при

12...16 °С. Клещи более стойки к пониженной температуре. При 10 °С они еще способны питаться, размножаться и двигаться.

Таким образом, температурный фактор — важнейший для существования насекомых и клещей. Ограничивающее влияние пониженных и повышенных температур на вредителей хлебных запасов широко используется как средство борьбы с ними.

Состав атмосферы. В бескислородной среде насекомые и клещи существовать не могут. В то же время хранение зерна без перемещения и проветривания сопровождается снижением концентрации O_2 и увеличением содержания CO_2 . Условия жизни вредителей ухудшаются. Ответной реакцией является их перемещение в участки насыпи, в которые поступает свежий воздух. Это необходимо учитывать при проверке партии зерна на зараженность.

Свет. Насекомые и клещи проявляют отрицательный светотаксис — они уходят от света. Хранение зерна в неосвещенных хранилищах не препятствует развитию вредителей. Во избежание гибели от солнечной реакции они уходят в затемненные места, что следует учитывать.

Механические воздействия. Насекомые и клещи выработали некоторые защитные реакции на механические воздействия. Явление танатоза (замирание) предохраняет их от травм и гибели. Однако сильные механические воздействия все же приводят их к гибели, а иногда и к полному их уничтожению. В частности, пропуск зерна по конвейерам вызывает гибель до 70% клещей.

Меры борьбы с вредителями хлебных запасов

Комплекс мер борьбы, разработанный с учетом биологии вредителей, позволяет довольно успешно проводить работу, направленную как на их истребление, так и на профилактику зараженности хлебных запасов. Все меры борьбы с вредителями делят на две группы: профилактические (предупредительные) и истребительные. Наибольшее значение в борьбе с вредителями имеют профилактические меры, так как их применение исключает заражение зерна, а также позволяет избежать ухудшения его качества и потерь в массе. Истребительные меры применяют к уже зараженным объектам, и направлены они на уничтожение вредителей различными способами и средствами.

Борьба с насекомыми. Профилактические мероприятия. К группе профилактических мероприятий относят следующие: 1) соблюдение санитарного режима; 2) создание условий, неблагоприятных для развития и размножения вредителей.

Соблюдение санитарного режима — обязательное условие профилактики, которую проводят для ликвидации очагов резервации вредителей и предотвращения их расселения в незараженные объекты.

Вредители могут размножаться в кучах мусора. Поэтому перед началом уборки урожая территорию тока приводят в надлежащее санитарное состояние. Прошлогодние отходы необходимо сжечь, а почву под ними обработать пестицидами. Всю технику следует очистить и обеззаразить. Мусор и отходы, в которых могут накапливаться вредители, с территории предприятия надо регулярно удалять и уничтожать.

Предотвращение заражения и борьба с вредителями предусматривают обязательное соблюдение правил приемки, размещения и хранения зерновых запасов. Необходимо размещать зараженное зерно и продукты отдельно от незараженного.

Создание условий, неблагоприятных для размножения и развития вредителей, включает факторы, влияющие на жизнедеятельность вредителей, — это влажность, температура и состав атмосферы. Соблюдение режимов хранения зерна — важнейшее условие профилактики зараженности хлебных запасов вредителями.

В период поступления зерна нового урожая проводится подготовка зерна к хранению: очистка его и сушка до критической влажности зерна или на 1,0...1,5 % ниже критической при подготовке к длительному хранению.

Необходимо проводить охлаждение зерна, которое рекомендуется осуществлять в два этапа: до температуры 20 °С (первый этап) и до температуры нижнего температурного порога развития насекомых (второй этап).

Истребительные мероприятия. Применяемые для уничтожения вредителей истребительные мероприятия получили название дезинсекции. К ним относят биологические, физико-механические и химические способы.

Биологические способы борьбы относятся к перспективным, так как исключают применение ядовитых веществ и загрязнение зерна. Биологическую систему защиты хлебопродуктов предлагается осуществлять за счет применения бактериальных препаратов, вызывающих болезни насекомых, а также феромонов, стерилиантов и гормонов для подавления наследственности и вырождения их популяций. В настоящее время ведется активный поиск веществ, обладающих аттрактивными свойствами. Эти вещества позволяют привлечь вредителей в небольшое ограниченное пространство, где их можно легко уничтожить.

Физико-механические способы борьбы — это механическая очистка зараженных объектов, термические воздействия и применение различ-

ных излучений. Зернохранилища очищают при помощи щеток, скребков, пылесосов. Используется также очистка зерна в сепараторах. Однако механическая очистка не дает эффекта на длительное время, так как не все вредители удаляются из зерновой массы.

Термическая дезинсекция основана на чувствительности вредителей к температуре. При создании определенной температуры можно полностью обеззаразить продукцию. Охлаждение и промораживание — один из физических методов дезинсекции.

Обеззараживать зерно можно в процессе сушки. Ее проводят при максимально допустимых температурах для партий зерна продовольственного и кормового назначения. Возможно обеззараживание зерна с использованием солнечной радиации. Перспективно также ионизирующее излучение продукции β - и γ -лучами.

Химические способы борьбы основаны на применении различных пестицидов — химических отравляющих веществ. Для дезинсекции хлебных запасов предпочтительно использовать пестициды, которые токсичны в небольших дозах при малой экспозиции.

Пестициды можно использовать в виде порошков, эмульсий, суспензий, растворов, а также в виде аэрозолей и в виде отравленных приманок.

Фумигация (газация) — способ обеззараживания объектов отравляющими веществами в газо- и парообразном состоянии. Опрыскивание используют для обеззараживания складов, судов и вагонов. Аэрозольную дезинсекцию применяют для пустых зернохранилищ при помощи дымов и туманов, выделяемых при сжигании дезинфицирующих шашек.

Для фумигации применяют квикфос, фостоксин, фоском (в дозе 5...9 г/т зерна) и др. Необходимое условие для фумигации — это создание герметичности обеззараживаемых объектов. Использование фумигантов наиболее эффективно при температуре не ниже 12 °С и относительной влажности воздуха не выше 70 %.

Дегазация — мероприятие, проводимое для удаления фумигантов из объекта по истечении экспозиции газации.

Для влажной дезинсекции в нашей стране применяются фуфанон (5 мг/м²), сумитион (2...5 г/м²), каратэ (1...3 мг/м²) и другие препараты. Сущность влажной дезинсекции состоит в том, что ядовитые вещества в виде водных растворов при помощи опрыскивания наносят на зараженную вредителями поверхность.

Борьба с грызунами. Дератизация — комплекс мер борьбы с мышевидными грызунами. Различают профилактическую и истребительную дератизацию. Профилактические меры применяют для предотвращения

проникновения грызунов в места хранения хлебных запасов (закрывают норы, устраняют источники питья и т. д.).

К истребительным мерам относят отлов грызунов, применение химических отравляющих веществ и естественных врагов, использование микробов — возбудителей инфекционных болезней.

Чаще всего применяют метод отравленных приманок. Для этого пищевые продукты смешивают с фосфидом цинка, крысидом, ратинданом, зоокумарином и др.

Следует помнить, что проведение всех мероприятий по обеззараживанию зерновых продуктов и зернохранилищ требует большого внимания и строгого соблюдения правил техники безопасности.

Контрольные вопросы

1. Классификация вредителей хлебных запасов.
2. Какие факторы влияют на развитие насекомых-вредителей в зерновой массе?
3. Какой вред причиняют клещи при хранении зерна?
4. Профилактические и истребительные меры борьбы с вредителями зерна при хранении.



РЕЖИМЫ И СПОСОБЫ ХРАНЕНИЯ ЗЕРНОВЫХ МАСС



Общие основы режимов хранения

Многие свойства и процессы, протекающие в зерновой массе, взаимосвязаны между собой и оказывают на ее состояние комплексное воздействие. Поэтому правильное решение всех вопросов, связанных с технологией хранения любой партии зерна, может быть достигнуто только на основе учета всего комплекса явлений, происходящих в зерновой массе.

Изучение зерновых масс как объектов хранения показало, что важнейшими факторами, влияющими на их состояние и сохранность, являются: 1) влажность зерновой массы и окружающей среды; 2) температура зерновой массы и окружающей среды; 3) доступ воздуха к зерновой массе, то есть степень ее аэрации. Эти факторы и положены в основу хранения зерновых масс.

В практике хранения зерна в различных странах применяются три основных режима, основанных на свойствах зерновой массы:

1. Хранение сухих зерновых масс, то есть имеющих пониженную влажность в пределах до критической.

2. Хранение зерновых масс в охлажденном состоянии, то есть масс, температура которых понижена до пределов, оказывающих тормозящее влияние на все жизненные функции живых компонентов зерновой массы.

3. Хранение зерновых масс без доступа воздуха, то есть в герметическом состоянии.

Кроме этих трех режимов во всех странах применяют ряд вспомогательных приемов, способствующих сохранности зерновых масс: 1) очистку зерна от примесей; 2) сушку зерна перед закладкой на хранение; 3) активное вентилирование зерна атмосферным и искусственно охлажденным воздухом; 4) борьбу с вредителями хлебных запасов; 5) химическое консервирование зерновых масс; 6) применение излучений.

В России наиболее распространены режимы хранения зерна в сухом и охлажденном состоянии в сочетании с такими вспомогательными приемами, как очистка, сушка, активное вентилирование зерна, а также

комплекс мероприятий, направленных на предупреждение заражения зерновых масс вредителями.

Применение того или иного режима хранения определяется рядом условий, в числе которых обязательно должны быть учтены климатические условия местности; тип зернохранилища и его вместимость; технические возможности предприятия; целевое назначение партий хранимого зерна; качество партий зерна; экономическая целесообразность применения того или иного режима или отдельного технологического приема.

Наибольший технологический эффект и максимальный экономический результат при хранении зерновых масс достигаются только в том случае, если при выборе режима хранения учитывают все факторы, влияющие на зерновую массу при хранении. Наилучшие результаты получают при комплексном использовании режимов, например хранение сухой зерновой массы при низких температурах.

Хранение зерновых масс в сухом состоянии

Этот режим базируется на принципе ксероанабиоза. Он основан на том, что в зерне с влажностью до критической все физиологические процессы протекают очень медленно и практически не имеют значения. Объясняется это отсутствием свободной воды, которая могла бы принимать участие в процессе обмена веществ в клетках зерна. Отсутствие свободной воды не дает возможности развиваться и микроорганизмам. В сухой зерновой массе из-за недостатка влаги прекращается также развитие клещей и в значительной степени сокращается жизнедеятельность многих насекомых. Это основной режим хранения зерна любого целевого назначения в течение 4...5 лет.

Таким образом, зерновая масса всех злаковых и бобовых культур с влажностью 12...14%, не имеющая признаков заражения вредителями, при правильной организации хранения будет находиться в анабиотическом состоянии.

Несколько другие нормы влажности характерны для семян масличных культур, так как величина их критической влажности сильно колеблется в зависимости от содержания жира. Так, для семян подсолнечника с малым содержанием жира (25...30%) влажность 10...12% уже обеспечивает надежное хранение, и с точки зрения технологии хранения их можно рассматривать как сухие семена. Однако такая влажность не обеспечивает надежного хранения семян высокомасличных сортов (40...50% жира), так как для них критическая влажность находится в пределах 6...8%. Поэтому для таких семян только в этих границах

влажности можно обеспечить длительное хранение независимо от температурных условий.

Хранение в сухом состоянии — необходимое условие для поддержания высокой жизнеспособности посевного материала всех культур.

Практический опыт показал, что зерновые массы, хорошо подготовленные к хранению, очищенные от примесей, обеззараженные и охлажденные, можно хранить без перемещения в складах 4...5 лет, в силосах элеваторов — 2...3 года. Партии сухого зерна и семян можно успешно перевозить любым транспортом и на любые расстояния.

Основной причиной порчи сухого зерна может быть развитие насекомых-вредителей хлебных запасов, некоторые виды которых способны существовать и даже размножаться в зерне с влажностью ниже критической. Поэтому целесообразно охлаждать и сухие зерновые массы, снижая их температуру до пределов, исключающих активную деятельность насекомых.

Хранение зерновых масс в сухом состоянии не исключает также необходимости систематического наблюдения и ухода за ними.

Надежность режима хранения сухих зерновых масс привела к широкому распространению в мировой практике и в нашей стране различных методов сушки зерна для снижения его влажности перед закладкой на хранение. Сушку зерна и семян как технологический прием применяют на всех хлебоприемных предприятиях и во многих хозяйствах, производящих зерно. Особое значение имеет сушка в районах с влажным климатом и коротким летом, где время уборки часто совпадает с периодом дождей.

Хранение зерна в охлажденном состоянии

Этот режим основан на принципе термоанабиоза, то есть на пониженных температурах, которые позволяют резко снизить жизнедеятельность зерновых масс.

Влажное зерно без консервирования может храниться лишь непродолжительное время. Например, зерно влажностью 20 % можно сохранять не более 6 дней. Однако в связи с тем, что при низких температурах ослабляется как собственное дыхание зерна, так и активность микроорганизмов, путем охлаждения можно значительно отодвинуть начало порчи зерна.

В практической деятельности могут возникнуть и такие случаи, что влажное зерно не нужно сушить по той причине, что оно вскоре будет использовано по назначению. Это обстоятельство надо научиться правильно использовать. Нет необходимости сушить зерно настолько,

чтобы его можно было хранить в течение нескольких лет, если уже через несколько дней или недель оно будет использовано по целевому назначению. Так, при температуре 8°C можно хранить зерно влажностью 18% без его порчи в течение 4 мес., а при влажности 16% — до 9 мес.

Хранению зерновых масс в охлажденном состоянии способствует их плохая теплопроводность. В результате этого свойства представляется возможным хранение зерна в условиях средней полосы России в охлажденном состоянии в течение всего года.

Особое значение приобретает хранение в охлажденном состоянии партий сырого и влажного зерна, которые не представляется возможным высушить в короткий период времени. Для таких партий охлаждение является основным и почти единственным методом сохранения их от порчи.

С наступлением холодной погоды хранящееся зерно должно быть охлаждено независимо от предполагаемых сроков его хранения. Необходимо охлаждать и партии зерна, предназначенные для перевозок. Это в значительной степени обеспечивает сохранение их качества во время перевозки.

Консервирующее действие на зерновую массу оказывает температура около $5...10^{\circ}\text{C}$. В системе хлебопродуктов России принято считать охлажденными только партии с температурой в насыпи не более 10°C . При этом зерно с температурой всей насыпи $0...10^{\circ}\text{C}$ считают охлажденным в первой степени, а с температурой ниже 0°C — во второй.

Охлаждение зерна до 0°C или небольшой минусовой температуры (-5°C) также обеспечивает его сохранность. Более значительное охлаждение или промораживание технологически не оправдано и экономически невыгодно, так как может вызвать снижение всхожести зерна с повышенной влажностью уже при температуре $-10...-20^{\circ}\text{C}$ и ниже. Кроме того, чрезмерное охлаждение не позволяет избежать верхового самосогревания зерновой массы, возникающего из-за резкого перепада температур в ее насыпи при переходе с зимних на весенне-летние условия.

Таким образом, применение охлаждения — необходимая мера, обеспечивающая повышение сохранности зерна.

В нашей стране зерно охлаждают главным образом холодным атмосферным воздухом. Начинают применять и искусственный холод. Способы обработки зерна атмосферным воздухом делят на две группы: пассивные и активные.

Пассивное охлаждение применяют для всех партий зерна, когда температура воздуха ниже температуры зерновой массы. Для него используют естественную приточно-вытяжную вентиляцию. Преимущества пассивного охлаждения состоят в том, что этот метод доступен, не тре-

бует перемещения зерна и дополнительных затрат. Но он не всегда дает достаточную эффективность в связи с ограниченным контактом атмосферного воздуха и зерновой массы, так как охлаждение зерна происходит с поверхности насыпи. Обладая плохой тепло- и температуропроводностью, зерновая масса охлаждается крайне медленно, особенно ее внутренние слои.

Пассивное охлаждение рекомендуют лишь для зерна сухого и средней сухости. Медленное охлаждение зерновой массы с повышенной влажностью и значительной температурой (20 °С и более) при высоте слоя более 1 м не ликвидирует опасности самосогревания. Это необходимо учитывать в практической работе.

Активное охлаждение — это «перелопачивание», пропуск зерна через нории, зерноочистительные машины, сушилки, конвейеры и активное вентилирование.

Охлаждение зерна путем «перелопачивания» — очень примитивный и трудоемкий процесс, имеющий больше недостатков, чем преимуществ. В связи с малой технологической эффективностью и большой трудоемкостью «перелопачивание» нельзя рекомендовать как средство охлаждения зерновой массы. Оно применимо лишь в крайних случаях, когда нет возможности охладить зерно более совершенными и экономически более выгодными средствами.

Зерно охлаждают также при перемещении по конвейерам, пропуске через зерноочистительные машины и сушилки. При охлаждении зерна в сушилках их отключают от топок, и вентиляторы подают в охлаждаемые и сушильные камеры только холодный атмосферный воздух.

Наибольшая эффективность достигается с увеличением пути движения зерна (то есть продолжительности охлаждения) и при большей разности между температурой воздуха и зерновой массы. Этот метод охлаждения применяют при хранении зерна в складах, элеваторах и проводят в условиях, обеспечивающих наибольший доступ холодного воздуха в хранилища.

Наиболее совершенным и экономически более выгодным методом охлаждения зерна является активное вентилирование.

Обязательное условие всякого охлаждения зерновой массы — это проведение его без увеличения влажности зерна. Зерно не должно быть замочено атмосферными осадками, не должна также увеличиваться влажность зерна за счет сорбции паров воды из воздуха. Поэтому всякое охлаждение зерна следует проводить с учетом его фактической и равновесной влажности, температуры и влажности воздуха. Исключение составляют зерновые массы в состоянии самосогревания. Их охлаждение возможно при любой влажности воздуха, так как даже холодный

и насыщенный водяными парами воздух при соприкосновении с греющимся зерном заметно повышает свою температуру и увеличивает влагоемкость.

С наступлением весеннего потепления во всех зернохранилищах принимают меры, обеспечивающие сохранение в зерновой массе низких температур на возможно длительный период. В складах с первым потеплением следует закрывать окна, двери, а также вентиляционные каналы. Переходить на летние режимы хранения нужно постепенно, так как возможна конденсация водяных паров в верхних слоях насыпи, которая может привести к самосогреванию зерновой массы.

Для проведения работ по охлаждению партий зерна на каждом предприятии обязательно должен составляться план мероприятий по переводу зерна на зимнее хранение. В этом плане определяется очередность обработки партий в зависимости от их состояния, намеченных сроков хранения и целевого назначения. (План необходимо составлять с учетом максимального использования всех технических средств, которыми располагает предприятие.)

Хранение зерна без доступа воздуха

Этот способ хранения основан на принципе анаэробного дыхания, то есть на отсутствии кислорода в межзерновом пространстве и над зерновой массой.

Возможность хранения зерна в бескислородной среде основана на потреблении кислорода всеми ее живыми компонентами. Его отсутствие в воздухе межзернового пространства снижает интенсивность дыхания зерна. В этих условиях почти полностью прекращается жизнедеятельность аэробных микроорганизмов зерновой массы, не развиваются насекомые и клещи, а зерно и семена сорняков переходят на анаэробное дыхание и теряют жизнеспособность.

Зерновая масса с влажностью менее или в пределах критической при хранении в бескислородной среде сохраняет мукомольные, хлебопекарные, пищевые и кормовые свойства.

Анаэробные условия хранения зерна с влажностью выше критической приводят к снижению его качества — теряется блеск зерна, происходит его потемнение, образуется спиртовой запах, а также увеличивается кислотное число жира. Однако при этом еще могут сохраняться хлебопекарные и кормовые свойства зерна.

Одно из неизбежных последствий хранения зерна без доступа воздуха — это потеря всхожести. Поэтому такой режим не рекомендуется для зерна, предназначенного для семенных целей.

Бескислородные условия хранения достигаются одним из следующих методов:

1. Естественное накопление углекислого газа и потеря кислорода вследствие дыхания. Это так называемая самоконсервация. В основу этого метода положено то, что интенсивность дыхания зерна уменьшается со снижением содержания в воздухе кислорода и дыхание постепенно полностью сокращается. В такой же мере сокращается жизнедеятельность всех аэробных микроорганизмов. Основные условия для самоконсервации зерна следующие: а) влажность зерна должна быть не менее 20 %; б) температура зерновой массы должна быть не ниже 18 °С; в) зерно должно находиться в герметически закрытых емкостях.

2. Введение в зерновую массу различных инертных газов — азота, смеси азота и углекислого газа, только углекислого газа, а также некоторых фумигантов, вытесняющих кислород из межзернового пространства. В данном случае отличие от самоконсервирования состоит лишь в том, что в результате применения таких газов с самого начала прекращаются дыхание зерна и любая аэробная жизнедеятельность.

3. Создание в зерновой массе вакуума. Однако при этом возникает проблема создания газонепроницаемых хранилищ для больших количеств зерна. Для этих целей чаще всего используют металлические силосы различной вместимости. Непригодны для этих целей склады и железобетонные силосы из-за их недостаточной герметичности.

До настоящего времени хранение зерна без доступа воздуха в достаточно больших объемах осуществляется в грунтах (к примеру, хранение кукурузы на кормовые цели). При этом зерно кукурузы с влажностью 25...35 % закладывают в траншеи или силосные ямы, плотно утрамбовывают, укрывают пленкой, а затем землей. Хорошая герметизация — необходимое условие нормального хранения такого зерна. Большую роль при этом играет быстрота закладки зерна, продолжительность которой должна быть не более 1...2 дней. Траншеи должны быть бетонированы, иметь глубину 2,5 м и ширину 3 м (см. прил. 4 и 5). Скармливать его следует также быстро — за 2...3 сут. Таким же способом можно хранить и сухое кормовое зерно.

Химическое консервирование зерна

Направленное замедление или прекращение жизненных функций отдельных компонентов зерновой массы при хранении путем обработки ее различными химическими средствами получило название химического консервирования.

Химическое консервирование зерна позволяет: 1) предохранить его от развития вредителей хлебных запасов при длительном хранении; 2) подавить жизнедеятельность микрофлоры в зерновой массе с повышенной влажностью; 3) ликвидировать самосогревание зерна.

Для химической консервации зерна могут быть использованы самые разнообразные вещества. Основные требования, которым должны удовлетворять используемые химические препараты: высокая эффективность действия; безвредность для человека, животных и окружающей среды; легкость применения.

В настоящее время в различных странах достаточно широко для консервирования зерна повышенной влажности применяются органические кислоты. Для этих целей используются такие кислоты, как пропионовая, муравьиная, бензойная, уксусная, сорбиновая и некоторые другие. Их добавляют во влажное зерно в чистом виде или в определенной смеси.

Поиск новых, дешевых, удобных в обращении и легко удаляемых из зерновой массы химических консервантов ведется давно и постоянно. Исследованы тысячи соединений, начиная с поваренной соли и кончая сложными препаратами. При этом каждое вещество оценивается прежде всего с точки зрения его функциональных и инсектицидных свойств. Однако многие ингибиторы оказались неприемлемыми, так как ухудшают пищевые и кормовые достоинства зерна, ядовиты для человека и животных или снижают жизнеспособность семян.

Поэтому в настоящее время для консервирования зерна применяется лишь небольшой набор препаратов. Широко используется протравливание семян, но этот вопрос подробно изучается в семеноведении. В качестве консерванта влажного зерна, предназначенного на кормовые цели, применяется метабисульфит натрия ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$). Он защищает зерно от плесневения, прорастания и самосогревания в течение 40...80 сут. Вводят его в зерновую массу ячменя и пшеницы с влажностью 19...32% в дозе 1,0...1,5% от массы партии. Этот препарат постепенно и постоянно разлагается с образованием SO_2 , чем и объясняется его консервирующее действие. В последние годы успешно для консервирования зерна применяют аммиак и мочевины. При разложении мочевины также выделяется аммиак. Для успешного протекания этого процесса необходимо, чтобы влажность зерна была не менее 20%. Аммиак энергично поглощается тканями сырого зерна, вызывая при этом полное прекращение процессов жизнедеятельности в зерне и оказывая бактерицидное и фунгицидное действие. Для такого вида консервирования не требуется герметических емкостей. Зерно, обработанное мочевиной или аммиаком, приобретает коричневую окраску вслед-

ствии потемнения оболочек, однако на кормовых достоинствах это не сказывается.

В то же время следует помнить, что возможности применения этих консервантов ограничиваются их использованием только для кормового зерна и причем только для жвачных животных.

Классификация и техническая характеристика способов хранения зерна

Сезонность производства зерна и потребление его в течение всего года, а также необходимость иметь запасы продовольственных, фуражных и семенных фондов приводят к тому, что одни партии зерна быстро расходуются на текущие нужды, а другие сохраняются длительное время. Таким образом, хранение зерна может быть временным (краткосрочным) и длительным (долгосрочным). Первое по продолжительности исчисляется в сутках или месяцах (1...3), второе длится от нескольких месяцев до нескольких лет.

Учитывая свойства зерновых масс и влияние окружающей среды на их состояние, даже кратковременное хранение партий зерна следует организовывать в специальных хранилищах. В хранилищах легче и лучше обеспечивается стабильное состояние зерновой массы в пределах принятого режима хранения.

Хорошая сыпучесть зерновой массы позволяет хранить ее в различных хранилищах, начиная от мешка и кончая большими силосами. Содержание в мешках получило название «хранение в таре», а размещение в больших хранилищах — «хранение насыпью». Это основные способы хранения зерна.

Преимущество *хранения зерна насыпью* заключается в следующем: значительно полнее используются площадь и объем хранилища; имеется больше возможностей для механизированного перемещения зерновых масс; облегчается борьба с вредителями зерновых продуктов; удобнее организовывать наблюдение по всем принятым показателям; отпадают дополнительные расходы на тару и перетаривание продуктов.

Хранение в таре применяют лишь для некоторых партий посевного материала. Обязательно хранят в таре элитные семена и семена первой репродукции. Хранят также в таре семена, обладающие хрупкой структурой оболочек (арахис) или легко раскалывающиеся при пересыпании (фасоль). Практикуется хранение в таре семян, содержащих эфирные масла, а также мелкосемянных культур. Обязательно хранят в таре калиброванные и протравленные семена кукурузы. Основным видом тары для зерна являются тканевые и бумажные мешки.

Хранение насыпью может быть напольным или закромным. Исходя из ранее рассмотренных режимов хранения зерновых масс, их размещают в хранилища надземные или сооруженные в грунте.

Однако в практике хранения, особенно в урожайные годы, не представляется возможным сразу в период уборки урожая разместить все зерно в хранилища. В этом случае возникает необходимость организации временного хранения зерна на токах или открытых площадках, в так называемых бунтах⁵.

При хранении зерновой массы в бунтах им придается форма, дающая возможность легче укрыть бунт и обеспечить наибольший сток выпадающих на него атмосферных осадков. В России бунты устраивают удлиненной формы, а в США — конусообразной.

Доступность зерновых масс, хранимых в бунтах, воздействию атмосферных условий делает их при хранении крайне неустойчивыми. При этом в бунтах трудно вести наблюдения за состоянием зерновой массы во внутренних частях бунта, вследствие чего самосогревание и развитие вредителей часто не могут быть своевременно обнаружены. Кроме того, зерно в бунтах легко загрязняется, портится и истребляется грызунами и птицами.

При хранении зерновых масс в бунтах для сокращения потерь в весе и сохранения качества зерна необходимо учитывать следующие положения: правильный выбор площадки для бунтов и подготовка ее для размещения зерна; подготовка зерновой массы к укладке в бунт; способ укрытия бунтов.

Площадка для бунтов должна быть устроена на ровном месте так, чтобы ее не мочили поверхностные воды. Она должна быть удобной для подъезда автомобилей и транспортных механизмов.

Площадка должна быть обязательно заасфальтирована, либо делают деревянный настил. Очень важно площадку устраивать так, чтобы бунты на ней располагались торцевой частью по направлению господствующих ветров.

Большое значение имеет подготовка зерновой массы к ее укладке в бунт. Зерновая масса любой влажности перед укладкой в бунт должна быть охлаждена до температуры 8 °С и ниже. Это исключит развитие клещей и насекомых и сократит возможность возникновения процесса самосогревания. Охлаждение зерновых масс может быть достигнуто

⁵ Под бунтами понимают партии зерна, уложенные по определенным правилам вне хранилищ, т. е. под открытым небом, в насыпи или в таре (что значительно реже).

пропуском их через зерноочистительные машины с использованием суточных перепадов температуры.

Бунты зерна могут храниться как в открытом, так и в укрытом состоянии. В укрытых бунтах зерно защищено от воздействия атмосферных осадков, меньше уничтожается птицами и не рассеивается сильным ветром. В качестве укрытий используют брезенты, маты из соломы или камыша, а также различные полиэтиленовые пленки, которые могут быть пропитаны составом, отпугивающим грызунов. Укрытия прикрепляют так, чтобы они не срывались порывами ветра и обеспечивали сток осадков ниже основания бунта. Укрывать целесообразно только бунты с сухим и охлажденным зерном. Укрытие бунтов зерновой массы, неохлажденной и имеющей влажность выше критической, не допускается. В таких бунтах быстро развивается процесс самосогревания.

В открытых бунтах, кроме самосогревания, может наблюдаться прорастание верхнего слоя зерна на глубину до 5...15 см.

Контрольные вопросы

1. Характеристика режимов хранения зерновых масс.
2. Какие вспомогательные приемы, способствующие сохранности зерновых масс, применяют в настоящее время?
3. От каких условий зависит выбор режима хранения зерна?
4. Основы режима хранения зерна в сухом и охлажденном состоянии.
5. Способы применения режима хранения зерна без доступа воздуха.
6. Какие способы охлаждения зерна применяются в настоящее время?
7. Какие условия необходимы для самоконсервации зерна?
8. Для каких целей применяют химическое консервирование зерна?
9. Характеристика химических веществ, используемых для консервирования зерна.
10. Классификация и характеристика способов хранения зерна.

Глава 11.

ПОСЛЕУБОРОЧНАЯ ПОДГОТОВКА И ХРАНЕНИЕ ПАРТИЙ ЗЕРНА ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО И ФУРАЖНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Задачи в области хранения зерна

Где бы ни хранились хлебные запасы, правильное обращение с ними является важнейшей общегосударственной задачей. Неумелое хранение, незнание основных причин порчи и понижения качества зерна при хранении всегда приводит к большим потерям. Эти потери могут свести на нет все достижения и усилия сельскохозяйственного производства по повышению урожайности и качества зерна. Однако знание закономерностей, происходящих в зерновой массе, дает возможность применять научно обоснованную систему мероприятий для обеспечения количественной и качественной сохранности зерна.

Сложность хранения больших масс зерна и зерновых продуктов является следствием их физиологических и физико-химических свойств. Значительные трудности при хранении зерновых продуктов возникают и в связи с тем, что, кроме человека, они имеют и других потребителей.

Исходя из природы хранимых продуктов и возможных потерь, возникает необходимость защиты их от активного воздействия среды, а также создания таких условий, которые препятствовали бы интенсивному обмену веществ в клетках зерна. Эти задачи можно успешно решить, лишь применяя соответствующие методы подготовки продуктов перед закладкой их на хранение и обеспечивая определенные условия и режимы хранения. Все это возможно осуществить лишь при наличии технической базы, то есть хранилищ, оснащенных необходимым оборудованием и сооруженных с учетом свойств продуктов. В настоящее время в области хранения зерна и продуктов его переработки стоят следующие основные задачи.

Первая задача — сохранение продуктов без потерь в весе или с минимальными потерями. При этом следует учитывать, что уменьшение веса зерновых продуктов, происходящее в результате повышения их качества (например, в результате сушки или очистки зерновых масс),

не является потерей в прямом смысле. В этих случаях уменьшение веса определяется установленным порядком и оформляется соответствующими документами.

Природа потерь зерновых продуктов в весе хорошо изучена. Их делят на механические и биологические. При этом лишь некоторые виды потерь являются неизбежными. Правильная организация хранения исключает такие виды потерь, как просыпы, уничтожение зерновых продуктов вредителями, потери в весе в результате самосогревания и развития микроорганизмов. Потери, возникающие по этим причинам, считаются неоправданными и недопустимыми.

Для контроля за изменениями массы хранящегося зерна разработаны и действуют нормы естественной убыли (прил. 1), которые нельзя смешивать с изменениями массы за счет усушки или увлажнения зерна. Влажность зерна обязательно проверяют при поступлении зерна и его отгрузке. Точно также учитывается уменьшение веса зерна за счет его засоренности в результате очистки. Убыль веса при этом, как и усушка, не включается в естественную убыль.

Вторая задача состоит в том, чтобы хранить зерновые продукты без ухудшения их качества. Снижение качества зерновых продуктов и семян при хранении возникает в результате несоблюдения разработанных режимов хранения, отсутствия необходимого ухода и наблюдения за этими продуктами. Потеря при хранении только признаков свежести зерна резко ухудшает качество муки и хлеба, а иногда делает зерно совершенно непригодным к использованию на пищевые цели.

Другая причина понижения качества зерновых продуктов — слишком длительный период их хранения. Зерно и продукты его переработки обладают определенной «долговечностью» даже при хранении в оптимальных условиях. Таким образом, явление «старения» вызывает необходимость периодической смены запасов хранимых зерновых продуктов и семян еще до заметного ухудшения их качества. Однако следует помнить и знать, что при хранении можно не только сохранить, но и повысить качество отдельных партий зерна.

Третья задача в области хранения зерна — это повышение качества зерновых продуктов в системе хранения. Условия производства зерна и семян таковы, что для наиболее полноценного использования и улучшения потребительских свойств необходима их дальнейшая обработка.

Убранное зерно поступает из-под комбайна с повышенной влажностью и засоренностью. Поэтому при сушке и очистке зерна перед закладкой его на хранение, а также в период хранения значительно повышаются его потребительские свойства.

В ряде случаев, создавая определенные режимы хранения, можно также улучшить и хлебопекарные качества муки. Поэтому доведение партий семян до лучших посевных кондиций и партий зерна до высших норм качества, предусмотренных государственным нормированием, является одной из основных задач.

Четвертая задача — сокращение затрат труда и средств на единицу веса хранимого продукта при наилучшем сохранении его количества и качества. Практика работы хлебоприемных пунктов показывает, что издержки при хранении зерновых продуктов снижаются по мере создания более совершенной технической базы, внедрения новых технологических приемов, при обработке зерновых масс в потоке, рациональном управлении производством, а также повышении квалификации работников этих предприятий.

Приемка и послеуборочная обработка партий зерна

При приемке зерна следует руководствоваться схемой его послеуборочной обработки. Поток автомобилей с зерном направляют к визировочной площадке, где отбирают образцы из каждой автомобильной партии для определения его качественной характеристики и определения места разгрузки. Определение качества партий зерна ведется с целью выделения партий, отвечающих требованиям к сильной, ценной и твердой пшенице, а также для формирования товарных партий зерна различных культур по определенному целевому назначению. При оценке качества зерна предусматривается определение его состояния по свежести, влажности, засоренности и зараженности, а также технологических свойств — по натуре, типу, подтипу, стекловидности, количеству и качеству клейковины.

Влажность зерна определяют также с целью создания партий, однородных по этому показателю, и установления необходимости вентилирования зерна или его сушки.

Перед разгрузкой каждый автомобиль с зерном взвешивают, затем разгружают и снова взвешивают. По разнице определяют массу принятого зерна.

Технология обработки свежесобранной зерновой массы начинается с предварительной очистки его в ворохоочистителях или сепараторах. После предварительной очистки при повышенной влажности зерно сушат, затем проводят первичную, а при необходимости и вторичную очистку, очищая зерновую массу от просушенных годных зерновых отходов. После этого зерно направляют на хранение. Хранящиеся

зерновые партии вентилируют и при необходимости обеззараживают от вредителей.

Для рационального использования зернохранилищ и оборудования, обеспечения эффективности сохранности зерна и сокращения затрат его размещают по заранее утвержденному плану. При размещении зерно формируют в однородные партии по определенным потребительским свойствам в соответствии с действующими стандартами и инструкциями. Раздельно размещают зерно по культурам, типам, подтипам, сортам и другим показателям качества.

Зерно пшеницы сильных сортов с содержанием клейковины 28...31 % размещают отдельно от зерна с содержанием клейковины 32 % и выше. Зерно твердой пшеницы размещают раздельно по классам и отдельно размещают неклассное зерно с выделением из него лучших партий по натуре и с общей стекловидностью свыше 50 %. Принимают и формируют однородные партии зерна твердой и сильной пшеницы на основании данных предварительного определения качества зерна на токах хозяйств, анализа первых автомобильных партий по каждому хозяйству, а также среднесуточных проб за предыдущие дни. В последнее время при приемке зерна и формировании партий применяют экспрессный способ определения его качества с использованием эталонных образцов.

Зерно наиболее ценных сортов овса, проса, гречихи, риса, гороха, чечевицы, фасоли, ячменя, а также ячменя пивоваренного и высокомасличных сортов подсолнечника размещают отдельно.

При формировании партий зерна по состоянию влажности и содержанию сорной примеси допускается размещать зерно в следующем состоянии: по влажности (за исключением сырого риса) — зерно сухое и средней сухости вместе, влажное, сырое влажностью до 22 % с интервалом 6 %; по сорной примеси — чистое, средней чистоты и сорное до ограничительных кондиций — вместе, сорное свыше ограничительных кондиций — отдельно. Рис размещают раздельно по сортам, влажности, засоренности и содержанию пожелтевших зерен (раздельно до 2, 2...5 и свыше 5 %). Партии сырого риса по влажности и сорной примеси необходимо формировать с интервалом 3 %.

Зерно, принимаемое по особо учитываемым признакам (морозобойное, головневое, поврежденное клопом-черепашкой, зараженное клещами, с посторонним запахом, с наличием проросших зерен свыше 3 %), а также засоренное вредными (головня, спорынья, горчак, софора, вязель и др.) и трудноотделимыми примесями (овсюг, гречиха татарская, костер, галька и др.), размещают и обрабатывают отдельно.

Запрещается размещать зерно в хранилищах, зараженных вредителями хлебных запасов и не освобожденных от мусора и пыли. Пар-

тии однородного зерна урожая предыдущих лет можно объединять. В то же время запрещается объединять партии зерна урожая текущего года с зерном прошлых лет, а также подвергавшегося самосогреванию со здоровым.

Влажное и сырое зерно до сушки следует размещать в зернохранилищах, оборудованных установками для активного вентилирования. При отсутствии таких установок высоту насыпи устанавливают для влажного зерна не более 2 м, для сырого — 1 м, для влажного проса и сои — соответственно 1 и 0,5 м.

Высоту насыпи для зерна сухого и средней сухости устанавливают в пределах, допускаемых техническим состоянием зернохранилищ, а для проса, сорго и сои средней сухости — не более 2 м. Высоту насыпи зерна контролируют по отметкам, нанесенным с интервалом 0,5 м на стенах склада. Хранение сырого зерна в силосах элеватора запрещается.

Для обеспечения сохранности зерна и условий работы с ним следует предусматривать свободную площадь в складах в размере 10%, а в элеваторах — не менее одного силоса на каждый надсилосный конвейер. При длительном хранении зерна эти площади не должны превышать для механизированных складов 5% и для немеханизированных — 7%. Размещать зерно следует так, чтобы был свободный доступ ко всем партиям.

Все побочные продукты и отходы размещают и хранят в отдельных складах, изолированных от зернохранилищ. Весь сор, полученный при очистке зернохранилищ и территории, должен быть удален за ее пределы. Обычно его сжигают или закапывают в землю.

При формировании партий семян подсолнечника по состоянию влажности и засоренности допускается размещать вместе: по влажности — сухое и средней сухости до 8%, влажное до 9%, сырое — свыше 9%; по сорной примеси — чистое до 1%, средней чистоты — от 1 до 5%, сорное — свыше 5%.

Семена высокомасличного подсолнечника влажностью выше 9% и с содержанием сорной примеси выше 5% следует размещать отдельно с интервалом по влажности и сорной примеси 3...4%. Все партии семян высокомасличного подсолнечника подлежат размещению в крытые склады, оборудованные системами для активного вентилирования.

Партии зерна продовольственно-кормовой кукурузы формируют и размещают на хранение с учетом типового состава, технических требований, а также в зависимости от влажности. При влажности зерна кукурузы до 16% ее размещают с высотой насыпи до 3,5 м; при влажности зерна от 16 до 18% ее закладывают на краткосрочное хранение, применяя вентилирование и при высоте насыпи не более 3 м; при влаж-

ности 18...20% — высота насыпи 2,5 м; при влажности 20...25 и выше 25% высота насыпи — соответственно не более 2...2,5 и 1,5 м.

Размещение и хранение зерна в хранилищах при мукомольных заводах должно обеспечивать: 1) сохранение количества и улучшение качества принятого зерна до направления его в переработку; 2) раздельное хранение партий зерна с разными технологическими свойствами и показателями качества, чтобы иметь возможность составлять помольные партии согласно рецептуре.

На мукомольных заводах сортового помола предусматривается раздельное хранение зерна по районам произрастания, а в пределах этих районов — по типам и подтипам. Мягкую пшеницу I, III, IV и V типов с учетом подтипов размещают по трем группам стекловидности: свыше 60, от 40 до 60, менее 40%. Пшеницу со стекловидностью свыше 75 и ниже 20% также размещают отдельно. Твердую пшеницу размещают отдельно от мягкой. Отдельно также хранят сильную пшеницу.

По влажности зерно размещают в следующих пределах: до 14, от 14 до 15,5, от 15,5 до 17 и выше 17%. При поступлении зерна с влажностью свыше 17% его необходимо размещать раздельно, партиями с интервалом по влажности 2%, и принимать меры по его сушке или использовать без длительного хранения.

Зерно по натуре размещают в следующих пределах (в г/л): свыше 750 (пшеница) и 700 (рожь); от 750 до 690 (пшеница), от 700 до 650 (рожь). Партии зерна пшеницы по содержанию клейковины размещают в пределах до 20; от 20 до 25% и свыше при I и II группе качества клейковины.

На мукомольных заводах обойного помола план размещения должен предусматривать раздельное хранение зерна по влажности в тех же состояниях, что и на заводах сортового помола, а по содержанию клейковины — до 20 и свыше 20%.

Партии зерна неполноценного, а также зерна, не отвечающего требованиям ограничительных кондиций, хранят раздельно.

В хранилищах при крупяных заводах партии зерна также хранят раздельно в зависимости от технологических свойств, влажности и засоренности.

Обработка зерна в потоке

Послеуборочная обработка зерна — это сложный комплекс взаимосвязанных технологических транспортных операций по приемке, очистке, сушке и активному вентилированию зерна. В настоящее время очень широкое распространение получила так называемая обработка

зерна в потоке. Обработка зерна в потоке представляет собой систему операций, проводимых в определенной последовательности и выполняемых одна за другой. При этом можно совмещать самые разнообразные операции обработки зерна в зависимости от особенностей культуры, исходного качества, климатических условий, целевого назначения зерна и материально-технической базы предприятия.

При организации поточной обработки зерна предусматривают соблюдение следующих основных условий: круглосуточную бесперебойную приемку заготовленного зерна; полную сохранность зерна в процессе его послеуборочной обработки и хранения; формирование партий зерна по качеству в соответствии с целевым назначением; выполнение всех работ при минимальном расходе топлива и электроэнергии; сокращение затрат труда.

Для обработки зерна в потоке созданы технологические линии, состоящие из комплекса машин и сооружений, связанных между собой в заданной последовательности подъемно-транспортными механизмами. Схема приема и обработки зерна в потоке обычно включает: отбор образцов и определение по ним качества поступающего зерна; первичное взвешивание зерна; разгрузку зерна; первичную очистку от грубых примесей; сушку; вторичную очистку с отделением ценных зерновых отходов в сухом виде; вторичное взвешивание; закладку зерновых масс в хранилища. Необходимость каждой операции устанавливают, исходя из качества поступающего зерна и его назначения.

Так как каждая технологическая линия имеет определенную пропускную способность, а фактическое поступление зерна на хлебоприемный пункт по часам суток часто существенно отклоняется от среднесуточного в большую или меньшую сторону, то для равномерной загрузки линий их оборудуют накопительными емкостями. Назначение этих емкостей — принять все зерно, поступающее сверх пропускной способности в час пик, и подать его на линии во время спада поступления зерна. Кроме того, в накопительных емкостях формируют мелкие партии зерна, направляемые впоследствии на поточную обработку.

При использовании накопительных емкостей принимают меры для обеспечения сохранности зерна до обработки его на линиях. Для этого накопительные емкости оборудуют установками для активного вентилирования и охлаждения зерна.

К технологическим линиям по приемке и обработке зерна в потоке предъявляются следующие общие требования:

- Полная механизация, а при возможности и автоматизация процессов приемки, обработки, учета, контроля за состоянием при хранении и отпуске зерна.

- Доведение зерна по влажности, засоренности и зараженности до кондиций, гарантирующих длительную сохранность его без порчи и потерь, а также до кондиций, предъявляемых перерабатывающими предприятиями.
- Универсальность технологических линий.
- Соответствие производительности машин и оборудования, находящихся в одной технологической линии.
- Выполнение требований техники безопасности и санитарных норм, высокая технологическая и экономическая эффективность.

При разработке схем поточных технологических линий приема и послеуборочной обработки зерна (рис. 9) руководствуются: объемами

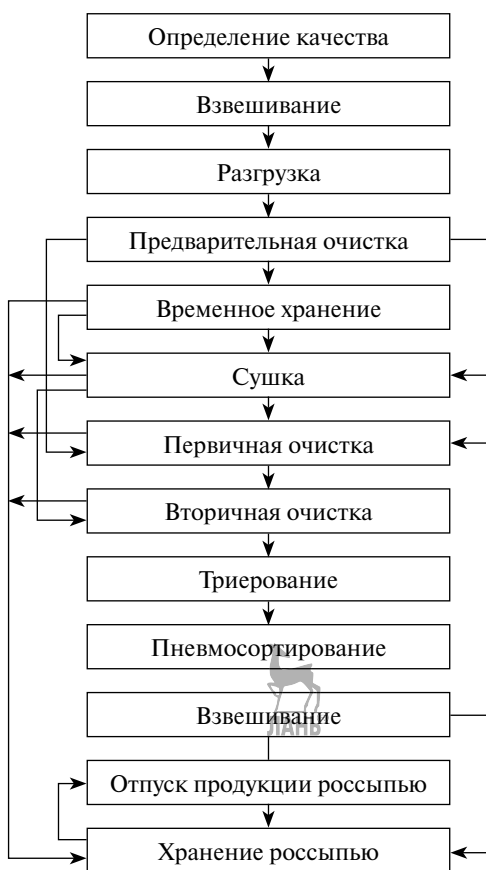


Рис. 9. Принципиальная схема технологического процесса обработки семян зерна и семян различных культур

и сроками приемки, обработки, хранения и отпуска зерна; техническими нормами производительности оборудования по очистке, сушке, перемещению зерна и расходу энергии; режимами очистки, сушки и активного вентилирования, приведенными в соответствующих инструкциях и методических указаниях.

Наблюдение за зерновыми массами при хранении

Хранение зерна — важнейший технологический процесс, необходимость которого связана с сезонностью этапа уборки и продолжительностью срока потребления. Основная задача этого процесса — сохранность зерна с минимальными потерями, без ухудшения его качества, с наименьшими затратами труда и средств. В связи с высокой степенью концентрации запасов зерна разработана строгая система контроля его качества при хранении, учитывающая как особенности зерна различных культур, так и климатические условия его произрастания.

При хранении зерна огромную роль играют свойства зерновой насыпи как живого организма, а также среды обитания других биологических организмов. Активность жизнедеятельности зерновой насыпи определяется температурой, влажностью и высотой или уровнем насыпи, которые и являются одними из основных показателей, контролируемых при хранении.

Контроль указанных параметров при хранении зерна осуществляется по определенным методикам с помощью различных приборов. Однако для надежного контроля качества зерна важны не только точность методов и приборов измерения, но и периодичность проверки, которую устанавливают в соответствии со сроками безопасного хранения зерна при определенных значениях температуры и влажности.

Весьма важное значение для такого сложного и неоднородного объекта, как зерновая насыпь, имеет правильность отбора пробы зерна.

Отдельные зерна зерновой массы имеют различную форму и величину, неоднородно и неравномерно распределены в насыпи. Поэтому температура и влажность зерновой массы выравниваются продолжительное время. Изменяются при хранении свойства слоев зерновой насыпи и в результате воздействия атмосферного воздуха и уплотнения. Немаловажное значение имеет также и состояние зернохранилищ. Используют два основных метода контроля за хранящимся зерном: 1) многоточечный контроль путем установки измерительных элементов непосредственно в зерновой насыпи; 2) измерение параметров точечных проб, полученных по определенной методике отбора.

Первый метод более характерен для элеваторов. Второй обычно проводят с помощью ручных или автоматических пробоотборников. Точечные пробы отбирают по строго определенной системе из разных слоев насыпи. Затем путем их тщательного перемешивания получают объединенную пробу, из которой выделяют среднюю пробу для проведения лабораторного анализа качества зерна. При этом важное значение имеет масса пробы, так как по результатам измерения ее параметров судят о состоянии насыпи в целом.

Таким образом, при оценке состояния хранящегося зерна необходимо учитывать требования, предъявляемые к срокам, последовательности и методике проведения измерений и обработке их результатов. Поэтому в производстве все анализы и наблюдения проводят в строгом соответствии с имеющимися стандартами, регламентирующими требования к их проведению. Результаты анализов фиксируют в журналах контроля качества и наблюдения и по ним принимают решения по правильному выбору режимов хранения.

Контроль температуры зерна

Температурные режимы играют особую роль при хранении зерна, так как температура отражает состояние зерновой насыпи и влияет на интенсивность тепловых и жизненных процессов.

Основная задача контроля температуры хранящегося зерна — своевременно обнаружить очаги самосогревания на начальной стадии. В последнее время контроль температуры приобретает все более важное значение по следующим причинам:

- увеличение сроков и объемов хранения зерна;
- уборка и складирование большей части урожая при высоких значениях начальной влажности и температуры;
- повышение потерь зерна при отсутствии средств контроля температуры и обоснованного выбора режимов хранения.

Все многообразие устройств для контроля температуры базируется на двух методах: контактном и бесконтактном с использованием термометрических свойств жидкостей, газов и твердых тел.

Широкое применение для контроля температуры зерна в хранилищах получили жидкостные термометры. Измерение с их помощью не требует никакой вспомогательной аппаратуры и источников энергии. К их недостаткам следует отнести сложность преобразований в электрический сигнал, а также необходимость достаточно прочной конструкции для защиты стеклянного термометра.

На тепловом расширении твердых тел работают dilatометрические термометры. Их термочувствительный элемент выполнен в виде спиральных или плоских пружин из материала с большим коэффициентом расширения от температуры. Эти термометры, особенно биметаллические, используют в качестве сигнализаторов, так как в них изменения температуры легко преобразуются в электрический сигнал. За повышением температуры зерна по положению сигнального флажка позволяют наблюдать dilatометрические термометры с флажковыми сигнализаторами.

Широкое применение для измерения температуры хранящегося зерна нашли терморезисторы. Это связано с тем, что определение температуры по изменению электрического сопротивления металлического терморезистора относится к наиболее точным методам. К недостаткам металлических терморезисторов можно отнести наибольшую температурную чувствительность. Кроме того, большие габариты предопределяют тепловую инерционность этих устройств. Поэтому их обычно используют в стационарных системах многоточечного контроля температуры зерна на элеваторах.

Для определения температуры зерна используются также полупроводниковые резисторы. Они обладают более высокой температурной чувствительностью, небольшими габаритами и, как следствие, повышенной тепловой инерцией.

Измерение температуры зерна проводят двумя способами: 1) с помощью переносных термометров с автономным питанием и погружными термошупами; 2) с помощью стационарных систем многоточечного контроля с выводом показаний на щит управления, измерения и сигнализации.

Число точек и периодичность контроля температуры определяется разработанными технологическими инструкциями по хранению зерна.

По результатам контроля температуры, особенно при обнаружении очагов самосогревания, принимают меры по сохранности качества зерна, основными из которых являются ручное или механизированное перемешивание зерна или охлаждение зерновой насыпи с помощью установок активного вентилирования.

В процессе хранения зерна важную роль играет не только температура зерновых слоев, но и динамика ее изменения, по которой можно судить о состоянии зерновой насыпи, а также об эффективности использования различных способов управления режимами хранения. Поэтому обязательным условием надежности хранения зерна является наличие средств постоянного контроля температуры зерновой насыпи

и возможность использования полученной информации при управлении режимами хранения.

Для контроля температуры зерна, хранящегося в складе и на открытой площадке, используют переносные термощупы, так как установка стационарных систем затруднена из-за необходимости проведения погрузочно-разгрузочных работ. При этом зерновые термощупы должны обладать механической прочностью, небольшим усилием погружения и низкой тепловой инерционностью. Их можно погружать в зерновую насыпь на глубину до 3...3,5 м.

Для контроля температуры зерна в силосах элеваторов и складах высотой насыпи свыше 5 м используют стационарные системы с термоподвесками, так как в этих случаях переносные термощупы не применяются. Для этих систем важное значение имеет способ размещения терморезисторов в зерновой насыпи. Обычно свежееубранное зерно поступает с температурой 20 °С и выше, поэтому для практических схем размещения терморезисторов рекомендуется расстояние между ними 1,5 м. Обязательным условием правильной эксплуатации многоточечных систем является профилактический осмотр и ремонт, проводимый примерно один раз в 2 нед.

В силосы элеватора, не оборудованные электротермоустановками, загружают только стойкое при хранении зерно. В этом случае температуру зерна измеряют на глубине 0,5; 1,5 и 3,5 м.

При организации контроля за режимом хранения зерна важное значение имеют число и сроки проведения замеров. Для наблюдения за состоянием зерна в складе его площадь разбивают на секции размером 10 × 10 м, при этом каждой секции присваивают постоянный номер, который наносят на стену склада. При высоте насыпи зерна более 1,5 м в каждой секции склада устанавливают три термощупа на разных уровнях — верхнем, среднем и нижнем. При высоте насыпи зерна не более 1,5 м температуру измеряют в двух слоях: верхнем и нижнем. После каждого измерения температуры зерна в установленные сроки термощупы переставляют в пределах секции на расстоянии 2 м от точки предыдущего измерения температуры, изменяя уровень их погружения.

При температуре выше 20...25 °С сроки проведения устанавливают в зависимости от наивысшей температуры, обнаруженной в отдельных слоях насыпи. При скорости повышения температуры зерна, указывающей на начальный этап развития процесса самосогревания (1...2 °С в сутки), его немедленно обрабатывают.

Температуру зерна, размещенного на площадках высотой более 1,5 м, также измеряют в трех слоях насыпи: в верхнем на глубине

30...50 см, в среднем и нижнем. В насыпи высотой не более 1,5 м температуру определяют в верхнем и нижнем слоях.

Температуру хранящихся зерна и семян масличных культур проверяют в следующие сроки: зерно нового урожая сухое и средней сухости — 1 раз в 5 дней в течение 3 мес. с момента приемки, далее — 1 раз в 15 дней; влажное и сырое зерно нового урожая первые 3 мес. — ежедневно; прочее зерно проверяют в зависимости от его температуры: влажное зерно при температуре хранения выше 10 °С — 1 раз в 2 дня, при температуре от 0 до 10 °С — 1 раз в 5 дней, при 0 °С и ниже — 1 раз в 15 дней. Температуру сырого зерна при 10 °С и выше проверяют ежедневно, от 0 до 10 °С — 1 раз в 5 дней, при температуре хранения 0 °С и ниже — 1 раз в 10 дней.

Температуру семян масличных культур проверяют в следующие сроки: сухие и средней сухости свежесобранные семена — 1 раз в 3 дня, влажные и сырые семена — ежедневно.

Температуру сухих и средней сухости семян масличных, прошедших послеуборочную обработку, проверяют 1 раз в 15 дней; прошедшие послеуборочную обработку влажные и сырые семена масличных при температуре хранения 10 °С и более — ежедневно. При температуре хранения от 0 до 10 °С влажные семена проверяют 1 раз в 5 дней, сырые — 1 раз в 3 дня, при температуре хранения 0 °С и ниже соответственно 1 раз в 15 дней и в 10 дней.

Результаты всех измерений регистрируют в журнале наблюдений.

Измерение влажности зерна

Одним из наиболее важных технологических параметров качества зерна является его влажность, недостаточный контроль которой при его хранении приводит к значительным потерям. Снижение качества зерна при хранении с повышенной влажностью связано с потерей массы в результате повышения интенсивности дыхания, развития плесени и зерновых вредителей, а также слеживания, самосогревания и прорастания. Повышенная влажность зерна затрудняет его размол и просеивание продуктов переработки, ухудшает хлебопекарные свойства, снижает производительность оборудования.

Необходимость контроля влажности можно проследить по схеме поступления зерна на хранение. Контроль влажности зерна на этапе «поле → ток» проводят с целью предварительной оценки качества свежесобранного зерна. По результатам измерения влажности на этапе «ток → зерносушилка» определяют режимы обработки, в первую очередь сушки зерна перед отправкой на хлебоприемное предприятие.

Определение влажности на этапе «зерносушилка хозяйства → хлебоприемное предприятие» необходимо проводить особенно с высокой точностью, так как этот показатель является основой для коммерческих расчетов с поставщиками зерна. После поступления зерна на хлебоприемный пункт его влажность проверяется еще раз. Ее обычно определяют по результатам среднесуточной пробы и по ней осуществляют правильное распределение зерна при закладке на хранение. Кроме того, если необходима сушка, эта величина влажности определяет режим обработки зерна в сушилках. Причем на выходе из сушилки также должно контролироваться соответствие влажности зерна нормированным значениям.

И наконец, оценка влажности зерна уже при хранении, проводимая в сроки, определяемые технологическими инструкциями, позволяет предотвратить потери зерна, а также обнаружить увлажнение зерна при взаимодействии с атмосферным воздухом. Таким образом, на всем пути движения зерна «поле → хранилище» влажность зерна определяется не менее 6 раз.

Согласно технологическим инструкциям при закладке на хранение зерна различных культур, а также после очистки, сушки и перед отгрузкой зерна влажность зерна сухого, средней сухости и охлажденного определяют один раз в месяц, влажного и сырого — один раз в 15 дней, а также после каждого перемещения и активного вентилирования по средней пробе, отобранной от однородной партии по стандартной схеме.

Все методы измерения влажности подразделяются на две группы: прямые и косвенные. В прямых методах непосредственно определяют количество влаги в зерне, а в косвенных измеряют параметр, зависящий от влажности.

Основными методами измерения влажности зерна являются: термогравиметрический; электрофизический и ядерно-физический.

Термогравиметрический метод, или метод высушивания, является стандартным методом определения влажности, который заключается в сушке пробы зерна до достижения равновесия с окружающей средой.

Большое количество современных переносных и лабораторных приборов по определению влажности зерна основано на *электрофизических* методах, которые позволяют непосредственно преобразовывать влажность в электрический параметр.

В некоторых влагомерах нашли применение *ядерно-физические* методы, в основе которых лежит поглощение радиочастотной энергии или энергии γ -лучей ядрами атомов водорода воды при нахождении влажного зерна в магнитном поле. По степени поглощения можно судить о влагосодержании исследуемой пробы зерна.

Для того чтобы измерить влажность зерна, нужно отобрать пробы. В производстве используют ручные и механические пробоотборники. Для ручного отбора проб наибольшее распространение получил конический пробоотборник. Из механических пробоотборников нашли применение шнековые и различные вибропневматические устройства.

Для отбора проб зерна непосредственно из транспортных средств на хлебоприемных предприятиях используют автоматический пробоотборник А1-УПЗ-А, который позволяет в течение одной минуты отобрать пробу в четырех точках насыпи. Пробоотборник выполнен в виде норий малых размеров. Для предотвращения механического травмирования зерна скорость движения его не превышает 0,4 м/с.

При использовании этого пробоотборника точечные пробы отбирают из автомобилей с длиной кузова до 3,5 м в четырех точках общей массой не менее 1 кг. При длине кузова 3,5...4,5 м отбор проб проводится из шести точек общей массой не менее 1,5 кг, а при длине более 4,5 м — из восьми точек общей массой 2 кг. Точки отбора располагаются на расстоянии соответственно 0,5 и 1 м от переднего и заднего бортов кузова, а от боковых бортов — 0,5 м.

Контроль параметров, определяющих качество зерна

Температура и влажность зерна определяют его свойства при хранении в насыпях как сыпучего тела, взаимодействующего с атмосферным воздухом, и живого организма; качество зерна как продовольственного продукта характеризуется совокупностью его мукомольных и хлебопекарных свойств. Поэтому при размещении зерна учитывают его культуру, натуру, а для пшеницы — дополнительно стекловидность, содержание и качество клейковины.

При хранении зерна его принято делить по натуре на категории по следующей схеме: низкая, средняя, высокая. Для пшеницы — это натура соответственно до 745; 745...785; свыше 785 г/л. Для ржи — до 700; 700...730; свыше 730 г/л. Для ячменя — до 545; 545...605; свыше 605 г/л. Для измерения натуры используют литровые пурки.

Для оценки качества партий пшеницы большое значение имеют хлебопекарные свойства, под которыми понимают способность муки, полученной из зерна, давать хлеб, соответствующий по качеству предъявляемым к нему требованиям. В зависимости от хлебопекарных свойств пшеницу делят на сильную, средней силы и слабую. Сила пшеницы оценивается по стекловидности, количеству и качеству клейковины (табл. 2).

Таблица 2

Классификация пшеницы по силе

Признаки качества	Пшеница сильная	Пшеница слабая
Стекловидность, %	Не менее 60	Менее 60
Содержание клейковины, %	Не менее 28	Менее 25
Количество клейковины, ед. шкалы ИДК-1	45...75	80...100
Объемный выход хлеба при выпечке, см ³	Не менее 450	Менее 350

Поступающее на хранение зерно обычно содержит некоторое количество примесей, которые попадают в него при уборке, транспортировании и предварительной обработке. Примеси снижают продовольственные свойства зерна, а также устойчивость его при хранении. Поэтому засоренность контролируют как при приемке, так и при хранении зерна.

Для определения засоренности обычно используют набор сит и весы. При этом особо учитывают наиболее вредные примеси, обладающие ядовитым и отравляющим действием. Данные анализа засоренности зерна являются исходными для его очистки. Исходя из особенностей примесей, в каждой партии зерна подбирают рабочие органы и тип зерноочистительных машин.

При хранении важное значение имеет контроль зараженности зерновой массы вредителями. Степень зараженности определяют по числу вредителей в 1 кг зерна, причем учитывают только живые экземпляры, а мертвые относят к сорной примеси.

Проверку зерна на зараженность вредителями хлебных запасов, а также на цвет и запах проводят по образцам, отобраным по отдельным секциям склада площадью 100 м², в зависимости от температуры в следующие сроки: при температуре выше 15 °С — один раз в 10 дней; от 5 до 15 °С — один раз в 15 дней, при температуре ниже 5 °С — один раз в месяц.

Как известно, встречаются две формы зараженности: явная и скрытая. Явную форму зараженности определяют просеиванием пробы зерна на ситах с дальнейшим визуальным осмотром результатов просеивания.

Скрытую форму зараженности устанавливают либо путем разрезания 50 целых зерен, либо методом окрашивания.

Скрытую форму зараженности зерна можно обнаружить и с помощью так называемых водной и бутылочной проб. Для проведения водной пробы зерно засыпают в стакан с водой и тщательно переме-

шивают. Зерна, плавающие на поверхности, отделяют и проверяют на наличие личинок вредителей. При бутылочной пробе бутылку с зерном неплотно закрывают пробкой из ткани и помещают в теплое место при температуре не менее 25 °С. Примерно через две недели определяют развитие насекомых в пробе и степень зараженности зерна.

Технологический процесс хранения зерна предусматривает его накопление с последующим расходом. При этом всегда необходим контроль количества зерна, так как его отсутствие может привести к нарушению технологического процесса. Особенно важен контроль уровня зерна в силосах элеваторов, зерносушилках и различных накопительных бункерах.

Все современные устройства для измерения уровня зерна можно разделить на две группы: сигнализаторы, обычно показывающие — пустая емкость или полностью заполнена, и уровнемеры, передающие непрерывную информацию об уровне зерна в любой момент времени.

Основными методами контроля уровня зерна являются: электро-механический, электронный и электрофизический.

Принцип действия *электромеханических* приборов основан на механическом воздействии насыпи зерна на контакт, который замыкает или размыкает электрическую цепь. На этом принципе, например, основана работа мембранного сигнализатора, где в качестве чувствительного элемента используют воспринимающую давление мембрану.

Все большее применение находят *электронные* приборы, принцип действия которых основан на изменении емкости конденсатора при погружении в зерно.

К *электрофизическим* приборам можно отнести акустический уровнемер зерна, принцип действия которого основан на отражении звуковой волны от поверхности зерна. Все большее применение находят изотопные сигнализаторы, работа которых основана на изменении интенсивного потока γ -излучения при прохождении через зерновую насыпь. Преимуществом этих приборов является бесконтактность и независимость показаний от свойств зерна и воздушной среды.

Отпуск зерна, учет его количества и качества

Отпуск зерновых продуктов составляет заключительный этап работы с ними. Он включает организационные и технологические мероприятия.

Организационные мероприятия состоят в рациональном проведении работ по отгрузке зерновых продуктов при соблюдении всех соответствующих правил, а также в оформлении отпуска зерновых продуктов необходимыми документами.

Каждую партию зерна отгружает материально ответственное лицо. Отпуск зерна ведется по количеству, определяемому взвешиванием, и по качеству, определяемому лабораторией. Качество зерна и продукции определяется по методам, установленными стандартами, а результаты анализа заносятся в журнал анализа.

При отгрузке зерна железнодорожным или водным транспортом на каждую отгруженную партию лаборатория выписывает удостоверение о качестве (в трех экземплярах). При отгрузке зерна автомобильным транспортом его качество указывают в товарно-транспортной накладной.

Каждая партия отпускаемых семян должна сопровождаться следующими документами: семена элиты и суперэлиты всех культур — аттестатом на семена; семена всех остальных репродукций — свидетельством на семена; гибридные семена — свидетельством на гибридные семена. При отгрузке семенного зерна пшеницы твердой и сильных сортов для выплаты цены в повышенных размерах в свидетельствах на семена указывают также содержание и качество клейковины, стекловидность, натуру.

Большое значение имеет правильное использование каждой партии зерна в соответствии с его качеством и целевым назначением. Для осуществления этого все операции по отпуску зерна начинают с *технологических мероприятий*, а именно: с составления отдельных партий зерна, их подработки, чтобы довести по качеству до требуемых кондиций с учетом их дальнейшего использования.

Важнейшее значение на каждом предприятии имеет хорошо налаженный учет количества и качества зерновых продуктов. Сложность этого учета состоит в том, что в период хранения меняется как вес, так и качество зерновых продуктов.

Для выявления наличия хлебопродуктов, их излишков или недостатков проводится инвентаризация с обязательным взвешиванием остатков.

Зернопродукты учитывают в книгах количественно-качественного учета с указанием влажности и засоренности каждой партии зерна как по приходу, так и по расходу. Для более точной характеристики партий зерна по влажности и сорной примеси используют показатель тонно-процентов, т. е. массу, умноженную на процент влажности или сорной примеси поступившей или отгруженной партии.

Тонно-проценты исчисляют для определения средневзвешенного качества по влажности и сорной примеси за определенный период времени. Средневзвешенную влажность и засоренность сорной примесью определяют делением суммы тонно-процентов поступившего или отгруженного зерна на массу этого зерна. Средневзвешенное качество

определяют с точностью до 0,01 %. Фактические показатели влажности и сорной примеси каждой партии зерна записывают в книге количественно-качественного учета с точностью до 0,1 %.

Снижение массы партии хранящегося зерна происходит по трем основным причинам: снижения влажности; снижения сорной примеси; снижения массы сухих веществ за счет дыхания и неучтенного распыла. Поэтому обоснованность убыли массы зерна устанавливают в строгом соответствии с достигнутым при хранении и обработке улучшением качества, то есть понижением влажности и сорной примеси, а также нормами естественной убыли.

Размер убыли массы зерна от понижения влажности не должен превышать величины X , %, рассчитанной по формуле

$$X = 100(a - б)/(100 - б), \quad (1)$$

где a — средневзвешенная влажность по приходу, %; $б$ — средневзвешенная влажность по расходу, %.

Убыль в массе зерна от понижения сорной примеси сверх списанных годных и негодных отходов X_1 , %, рассчитывается по формуле

$$X_1 = \frac{(в - г)(100 - д)}{100 - г},$$

где $в$ — средневзвешенная сорная примесь по приходу, %; $г$ — средневзвешенная сорная примесь по расходу, %; $д$ — размер убыли от снижения влажности, исчисленной по предыдущей формуле, %.

По партиям зерна, не подвергавшимся сортировке и очистке от примесей, списание за счет снижения сорной примеси не допускается.

Естественная убыль зерна при хранении не должна превышать установленных норм, которые определены с учетом культуры, способов и сроков хранения зерна. Эти нормы применяются как контрольные и предельные только в тех случаях, когда при инвентаризации или при проверке фактического наличия зернопродуктов, хранившихся на предприятии, будет установлено уменьшение массы зерна, не вызываемое изменением качества.

При хранении зерна до трех месяцев нормы естественной убыли применяют из расчета фактического количества дней хранения, а при хранении до шести месяцев и до одного года — из расчета фактического числа месяцев хранения. При хранении зерна более одного года за каждый последующий год хранения норму естественной убыли применяют в размере 0,04 % с пересчетом на фактическое число месяцев хранения.

Средний срок хранения в днях данной партии зерна определяют делением суммы ежедневных остатков на количество по приходу данной партии. Для определения среднего срока хранения в месяцах среднее количество дней хранения делят на 30.

Нормы естественной убыли при хранении зерна применяют к их общему количеству, числящемуся в расходе и остатке.

Контрольные вопросы

1. Какие задачи стоят в области хранения зерна?
2. По каким показателям определяется качество зерна при его приемке?
3. Как формируют и размещают партии зерна в зависимости от качества?
4. В чем заключаются особенности размещения влажного и сырого зерна?
5. Особенности формирования партий семян подсолнечника.
6. Какие требования предъявляются к технологическим линиям по приемке и обработке зерна?
7. Основные методы контроля хранящегося зерна.
8. Какова периодичность контроля температуры и влажности зерна при хранении?
9. Организационные и технологические мероприятия по отпуску и учету зерна.



ОЧИСТКА И СУШКА ЗЕРНОВЫХ МАСС

Очистка партий зерна и семян от различных примесей

Наличие в зерновой массе примесей значительно ухудшает качество хранящегося зерна, так как примеси имеют, как правило, повышенную влажность и обсемененность патогенными микроорганизмами.

Очистка зерна преследует следующие цели:

- 1) повышение семенных свойств зерна;
- 2) улучшение условий хранения зерна;
- 3) снижение транспортных расходов на перевозку зерна;
- 4) снижение зараженности зерна вредителями хлебных запасов;
- 5) создание благоприятных условий для сушки зерновых масс.

Очистка зерна считается эффективной, если содержание сорной примеси после нее составляет не более 2%, зерновой — не более 5 и вредной — не более 0,2%.

Очистка и сортирование зерновой массы основаны на различии физико-механических свойств зерна и примесей. Используя это различие, зерно очищают по следующим признакам: 1) по аэродинамическим свойствам; 2) по ширине и толщине зерна; 3) по длине зерна; 4) по плотности зерна; 5) по форме и состоянию поверхности зерна; 6) по металломагнитным свойствам.

Если указанные физико-механические свойства зерна и примесей различны, то их можно очень легко разделить на соответствующих зерноочистительных машинах. Если примеси по физико-механическим свойствам сходны с зерном основной культуры, то их называют трудноотделимыми. Полностью очистить зерновую массу от трудноотделимых примесей очень сложно.

Зерна основной культуры и между собой имеют некоторые различия по всем показателям. Поэтому зерно можно сортировать на фракции на специальных сортировочных машинах, где также используют различие физико-механических свойств зерна. При этом операции разделения зерна в сортировочной машине могут проходить последовательно, параллельно или комбинированно.

Классификация зерноочистительных машин

Перед очисткой любой партии зерна необходимо предварительно проверить состав примесей. С учетом этого составляют схему очистки и определяют режим работы машин. Регулировку зерноочистительных машин и правильность их работы проверяют путем отбора и анализа проб зерна и отходов.

Все зерноочистительные машины делятся на стационарные и передвижные. Стационарные зерноочистительные машины используют в агрегате с другими машинами, погрузочно-разгрузочными и транспортными средствами. Передвижные машины предназначены для раздельного использования на открытых площадках и под навесами.

По назначению все зерноочистительные машины подразделяют на машины для предварительной очистки зерна (ворохоочистители), машины для первичной и вторичной очистки и сортирования зерна и специальные машины для дополнительной обработки семян.

Из *стационарных* машин наиболее широкое распространение получили зерноочистительные агрегаты (ЗАВ). ЗАВ позволяет быстро очистить зерновые массы и представляет собой поточную линию, обеспечивающую приемку, очистку, временное хранение и отгрузку зерна. Наиболее распространены две модификации этих машин — ЗАВ-20 и ЗАВ-40, с производительностью соответственно 20 и 40 т/ч. ЗАВ-20 устанавливают на токах с поступлением зерна до 6 тыс. т в сутки. Одновременно этот агрегат может обрабатывать зерновой ворох только одной культуры.

Более производителен и имеет распространенную технологию ЗАВ-40, так как он оборудован двумя машинами ЗАВ-20, сепараторами и триерными блоками. Одновременно на нем можно вести очистку вороха двух различных культур (рис. 10).

В нашей стране имеется значительное количество *передвижных* зерноочистительных машин. Это машины для предварительной очистки зернового вороха — ОВП-20, ЗВС-10 и ОСМ-34 (рис. 11). Машины для первичной очистки и сортирования зерна и семян — ОС-4,5А, ОВС-25. Машины для вторичной очистки и сортирования семян — ОС-4,5, СМ-4, К-531/1 и др.

На указанных зерноочистительных машинах зерно и семена по толщине разделяют преимущественно на ситах с продолговатыми отверстиями. Стандартом установлены диаметры отверстий сит от 0,8 до 40 мм, ширина продолговатых сит — от 0,5 до 10 мм.

Семена с одинаковыми размерами и формой разделяются на триерных установках. Триерные поверхности состоят из ячеек, имеющих

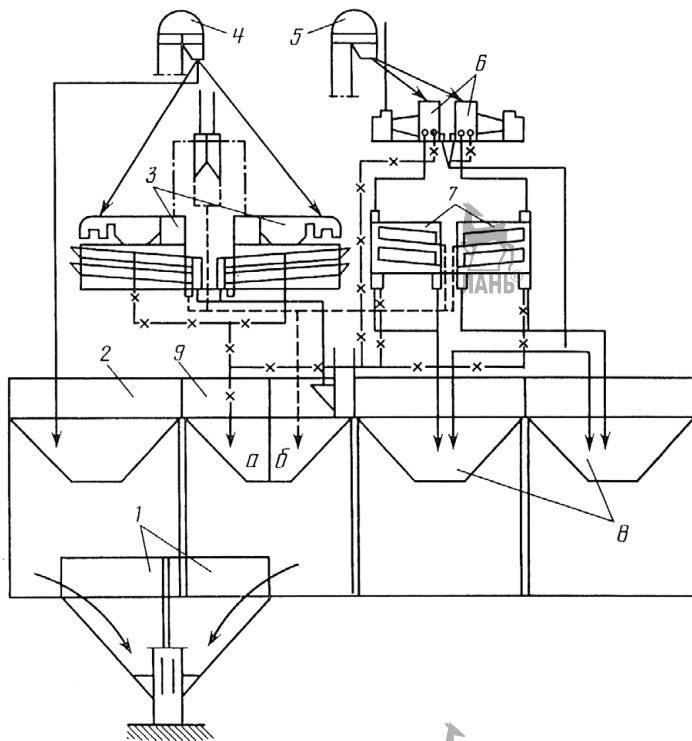


Рис. 10. Зерноочистительный агрегат ЗАВ-40:

- 1 — завальная яма; 2 — бункер резервного зерна; 3 — зерноочистительная машина ЗВС-20; 4 и 5 — двухпочтовые нории 2НЗ-20; 6 — центробежный пневматический сепаратор; 7 — триерный блок; 8 — бункер чистого зерна; 9 — бункер примесей с отделениями зерновых отходов (а) и примесей (б)

полусферическую форму с диаметром от 1,6 до 12,5 мм. Есть триеры с треугольными отверстиями от 3 до 5,5 мм.

Степень извлечения примесей находится в прямой зависимости от продолжительности просеивания, то есть скорости подачи материала по поверхности сита и его длины. По длине и ширине полотна сит подразделяют на 4 группы (в мм) — 990 × 990; 990 × 740; 740 × 990; 990 × 490.

Чтобы очистить семена до 1-го класса семенных кондиций, необходимо вести обработку по так называемой развитой схеме технологического процесса. Она включает разнообразный набор сепарирующих машин, обеспечивающих разделение семенной массы по различным признакам и свойствам компонентов. В развитой схеме предусмотрен фракционный метод очистки. Он заключается в том, что после предва-

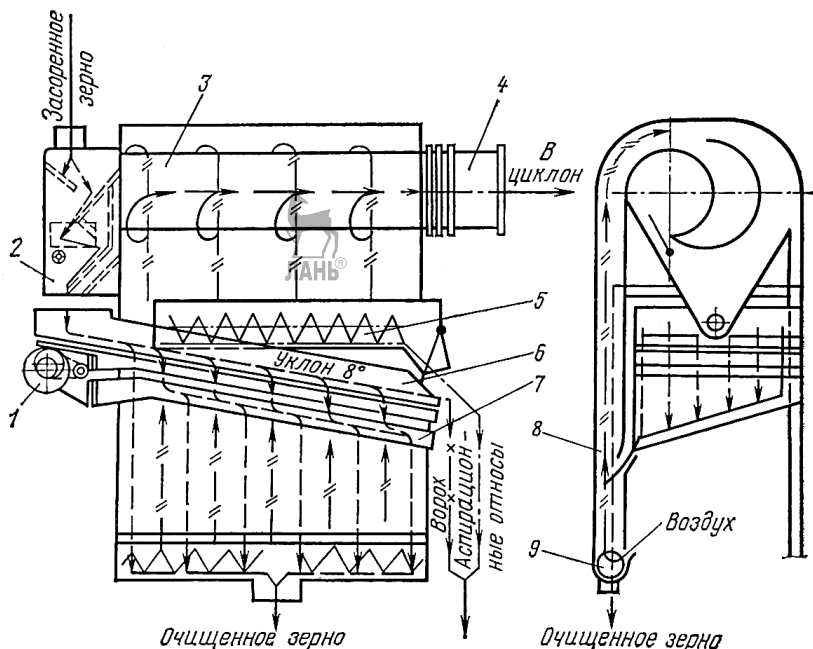


Рис. 11. Технологическая схема ворохоочистителя:

1 — эксцентриковый колебатель; 2 — приемная камера; 3 — аспирационная камера; 4 — вентилятор; 5 — шнек для вывода легких примесей; 6 — верхний ситовый кузов; 7 — нижний кузов; 8 — пневмосепарирующий канал; 9 — разгрузочный шнек

рительной очистки семена разделяют на фракции по крупности и каждую из них обрабатывают самостоятельно. Семена пшеницы, ржи, ячменя и гречихи разделяют по крупности на 2 фракции; гороха — на 3; подсолнечника — на 4 и кукурузы — на 6 фракций.

Универсальная схема очистки семян включает 9 основных операций:

1. Предварительная очистка в ворохоочистителях.
2. Формирование партий семян в вентилируемых бункерах.
3. Сушка семян.
4. Первичная очистка семян.
5. Вторичная очистка семян.
6. Разделение семян на фракции по крупности.
7. Фракционная очистка семян в триерах.
8. Фракционная очистка от трудноотделимых примесей.
9. Протравливание семян.

Одна из основных причин недостаточной очистки зерна и семян от примесей — неправильный подбор сит. Обычно в инструкциях, при-

лагаемых к зерноочистительным машинам, приведена таблица подбора сит для очистки семян разных культур. Однако в этих таблицах приведены лишь ориентировочные данные, так как размеры семян культурных и сорных растений изменяются в широких пределах. Поэтому в каждом конкретном случае надо подбирать сита путем пробных очисток.

В большинстве выпускаемых машин такие параметры, как угол наклона сит, число и амплитуда колебаний, приняты постоянными. Триеры выпускают с переменными параметрами, и поэтому их необходимо регулировать в зависимости от очищаемой культуры и засоренности.

Процесс очистки зерна и семян необходимо вести, выполняя следующие требования:

- максимально удалять все примеси при минимальном уносе полноценных зерен в отходы;
- в процессе очистки следить за соблюдением заданного режима работы машины;
- исключить дополнительное травмирование семян основной культуры;
- не допускать смешивания зерна и семян различных культур или различных сортов одной культуры;
- в процессе очистки и сортирования формировать отходы по категориям их дальнейшего использования.

Очищенное зерно сортируют. Сортирование есть механическое разделение зерна с целью выделения наиболее крупных и ценных семян. Сортируют зерна на фракции главным образом по размерам, а иногда и по другим показателям в зависимости от целевого назначения.

Однородные партии зерна, полученные в результате сортирования, легче перерабатывать. Сортирование семенного зерна позволяет сформировать для посева однородную партию, что вместе с хорошей очисткой посевного материала обеспечивает дружные всходы и высокий урожай.

Сушка зерна

Сушка — технологический процесс, цель которого — получить материал с оптимальными свойствами. Сушку зерна проводят для снижения его влажности до кондиционной, при которой его можно хранить длительное время без порчи и потерь.

Все способы сушки зерна и семян основаны на их сорбционных свойствах. Кроме того, сушка зерна, в отличие от сушки других влажных материалов, характеризуется одной очень важной особенностью: зерно — это живой организм и в процессе сушки его жизнедеятельность должна быть полностью сохранена.

Чтобы правильно выбрать способ и определить оптимальный режим сушки зерна, нужно знать его структуру, химический состав и основные технологические свойства.

Установлено, что влагоотдающая способность зерна различных культур неодинакова. При всех прочих равных условиях зерно гречихи обладает большей влагоотдающей способностью, чем зерно пшеницы, овса, ячменя и ржи, которые, в свою очередь, отдают влагу легче, чем зерно кукурузы. Самой низкой влагоотдающей способностью обладают семена бобовых — в 5...7 раз ниже, чем зерно пшеницы.

Все способы сушки сырых материалов можно свести к двум основным принципам:

- удаление влаги из материала без изменения ее агрегатного состояния, то есть в виде жидкости;
- удаление влаги с изменением ее агрегатного состояния, то есть путем превращения в пар.

Первый принцип обезвоживания осуществляется механическим или сорбционным способом. *Механический* способ используют при наличии свободной влаги путем механического воздействия на материал — отжатия, центрифугирования. *Сорбционный* способ применяют для зерна, которое не переносит термической сушки или же теряет при нагревании какие-либо ценные свойства (например, для семян фасоли, сои, вики, чечевицы и др.). При сорбционной сушке зерно смешивают с влагопоглотителем и выдерживают в течение определенного времени. В качестве влагопоглотителя используют силикагель, хлористый кальций. Этот же принцип используется и при смешивании влажного зерна с более сухим зерном той же культуры.

Второй принцип обезвоживания связан с затратами тепла на превращение воды из жидкого состояния в газообразное.

В зависимости от того, как передается тепло зерну, различают следующие способы тепловой сушки: конвективный, кондуктивный (контактный), радиационный, электрический (токами высокой частоты), молекулярный (сублимационный). Все эти способы сушки зерна могут сочетаться между собой.

При *конвективном* способе тепло зерну передается конвекцией от движущегося газообразного теплоносителя — агента сушки. Агент сушки — это нагретый воздух или смесь с газообразными продуктами сгорания топлива, количество которых колеблется в пределах 1...3%. Агент сушки не только передает тепло материалу, но также поглощает и уносит испаренную из него влагу. Направление движения агента сушки может совпадать с направлением движения зерна (прямоток), иметь

противоположное направление (противоток) или быть перпендикулярным ему (перекрестный ток).

Кондуктивным называют способ сушки, при котором зерно соприкасается с нагретой поверхностью и получает тепло непосредственно от нее путем кондукции (теплопроводности). Кондуктивным способом можно сушить при нормальном атмосферном давлении или в вакууме. Чем больше вакуум, тем ниже температура кипения воды и тем интенсивнее испарение влаги из материала.

При *радиационном* способе сушки тепло к зерну подводится в виде лучистой энергии. Радиационную сушку можно подразделить на естественную (солнечными лучами) и искусственную (инфракрасными лучами). Воздушно-солнечная сушка не потеряла своего значения и сейчас. При этом способе высоту насыпи зерна рекомендуется устанавливать на уровне 10...20 см. Особое внимание обращается на площадку, на которой находится зерно. Ее основание должно быть из асфальта или деревянным. Особенно успешно сушка зерна проходит в ветреную погоду. Солнечная сушка способствует также дозреванию и делает партии зерна более устойчивыми при хранении, так как солнечные лучи уничтожают микроорганизмы.

Сублимационная (или молекулярная) сушка осуществляется в условиях глубокого вакуума (1,0...0,1 мм рт. ст.). При этом объект сушки вначале охлаждают, в результате чего влага замораживается и выходит на поверхность в виде кристалликов льда. В дальнейшем при подводе тепла происходит испарение льда, то есть непосредственное превращение его в водяные пары, минуя жидкую фазу. Структура материала при этом полностью сохраняется.

При сушке *токами высокой частоты* влага из зерна испаряется за счет тепла, возникающего в результате внутреннего трения частиц в поле высокой частоты. При этом зерно нагревается в течение нескольких секунд равномерно по всей толщине.

Наибольшее распространение получила сушка зерна в специальных зерносушилках. К ним предъявляются определенные требования, основные из которых следующие:

- зерносушилки должны обеспечивать полное сохранение и улучшение качества зерна. Важно, чтобы они обеспечивали равномерный нагрев и сушку зерна при надежном контроле температуры и влажности. Должно быть исключено механическое травмирование зерна и его унос с отработавшим агентом сушки;
- они должны обеспечивать одновременную сушку зерна с различной начальной влажностью, что позволяет формировать партии

поступающего зерна не по влажности, а по признакам, определяющим его пищевые и технологические свойства;

- зерносушилки должны обеспечивать термическое обеззараживание зерна и эффективное охлаждение просушенного зерна;
- они должны быть оснащены системой автоматического контроля и регулирования процесса сушки.

Классификация зерносушилок

Зерносушилки классифицируются по разнообразным признакам, важнейшими из которых являются: способ подвода теплоты к зерну; состояние зернового слоя; конструкция сушильной шахты; режим и принцип работы. В большинстве современных зерносушилок используют конвективный метод сушки при различном состоянии зернового слоя — неподвижном, движущемся, псевдовзвешенном или взвешенном.

Используется и кондуктивный способ подвода теплоты, например, в сушилках с рециркуляцией зерна, в которых теплота, подведенная к зерну конвективным путем, перераспределяется в результате конвективного теплообмена. Это осуществляется смешиванием рециркулирующего нагретого сухого зерна с холодным и влажным свежим зерном.

По режиму и особенностям принципа работы сушилки бывают:

- Периодически действующие. В таких сушилках зерно загружают в сушильную шахту, высушивают, а затем полностью выгружают.
- Непрерывнодействующие. В них зерно в процессе сушки перемещается от места загрузки к месту его выгрузки.
- Прямоточные. В них зерно проходит через сушильную шахту один раз.
- Рециркуляционные. В таких сушилках часть просушенного зерна возвращается и смешивается со свежим, поступающим на сушку зерном.

По конструктивным особенностям сушильных камер различают сушилки шахтные, барабанные, камерные.

Наиболее распространенная конструкция зерносушильной камеры — *шахта*. Внутри шахты размещают короба, через которые подводят свежий и отводят отработавший агент сушки. Внизу шахты устанавливают выпускное устройство, с помощью которого регулируют время пребывания зерна в шахте (рис. 12).

В *барабанных* зерносушилках сушильная камера — это полый вращающийся цилиндр, внутри которого устанавливают полоски. Они способствуют разрыхлению и пересыпанию зерна при его размещении вдоль барабана (рис. 13).

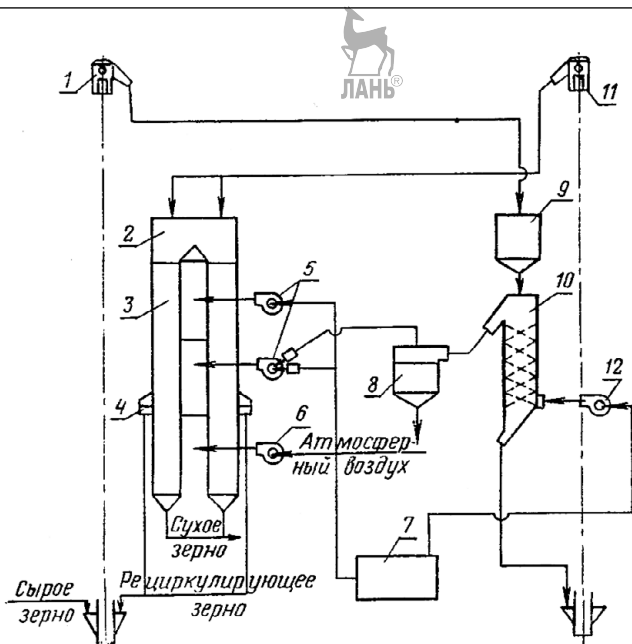


Рис. 12. Технологическая схема шахтной зерносушилки с предварительным нагревом зерна:

1 — рециркуляционная нория; 2 — надшахтный бункер; 3 — шахты сушилки; 4 — устройство для отбора рециркулирующего зерна; 5 — вентиляторы для подачи агента сушки; 6 — вентиляторы холодного воздуха; 7 — топка; 8 — циклоны; 9 — теплообменник; 10 — нагреватель; 11 — нория; 12 — вентилятор для подачи агента сушки в подогреватель

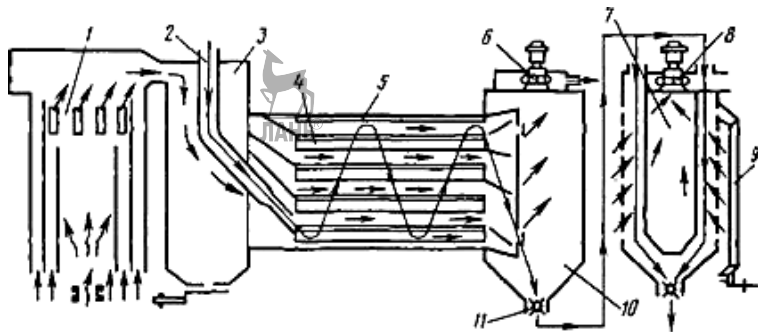


Рис. 13. Технологическая схема барабанной сушилки СЗСБ-8:

1 — топка; 2 — загрузочная труба; 3 — загрузочная камера; 4 — лопасти сушилки; 5 — сушильный барабан; 6 — вентилятор сушильного барабана; 7 — охладительная колонка; 8 — вентилятор охладительной колонки; 9 — сливная труба; 10 — разгрузочная камера; 11 — шлюзовой затвор

Камерная сушилка наиболее проста по устройству. Основная ее часть — прямоугольная или круглая камера с наклонным или горизонтальным сетчатым днищем.

По конструктивному исполнению различают стационарные и передвижные сушилки. *Стационарные* сушилки изготавливают из металла или из железобетона. Срок службы металлических сушилок — 7...8 лет, железобетонные служат десятки лет. Их используют в технологических линиях приемки и послеуборочной обработки зерна. *Передвижные* сушилки применяют для сушки небольших партий зерна. Все оборудование сушилки распределяется на одной раме, и ее можно легко транспортировать. Производительность передвижных сушилок ограничена и не превышает 8...10 т/ч.

Режимы сушки зерна и семян



Основными параметрами, которыми характеризуется режим сушки (см. прил. 2) зерна, являются:

- температура максимального нагрева зерна;
- время пребывания зерна в нагретом состоянии — экспозиция сушки;
- температура агента сушки, подаваемого в сушильную камеру;
- скорость движения агента сушки;
- относительная влажность агента сушки.

От скорости теплоносителя зависит состояние слоя зерна, а от влажности — способность поглощать влагу, т. е. сушить зерно. Слишком влажный теплоноситель, соприкасаясь с холодным зерном, охлаждается, относительная влажность его увеличивается и может достичь точки росы, вследствие чего часть влаги оседает и увлажнит зерно.

Выбранный режим сушки должен обеспечить:

- сохранение или улучшение семенных и продовольственных качеств зерна;
- высокие технико-экономические показатели работы сушильных установок.

При выборе оптимального режима сушки определяющим фактором служит качество зерна после сушки. При выборе режима сушки нужно исходить всего из максимально допустимой температуры нагрева зерна, ограничиваемой необходимостью сохранения зерна как живого организма, поэтому прежде всего учитывают термоустойчивость зерна.

Зерно и семена, отличающиеся по строению и химическому составу, имеют различную термоустойчивость. Наиболее чувствительны к температуре белки, наименее — растительные жиры. Таким образом,

максимально допустимая температура нагрева зерна определяется в основном термоустойчивостью его белкового комплекса.

Зернобобовые культуры наиболее чувствительны к температурному режиму сушки. Семена зернобобовых с влажностью свыше 30 % уже при температуре 28...30 °С теряют свои посевные качества. Для сушки зернобобовых применяют обычно шахтные сушилки (см. прил. 3). Использовать барабанные зерносушилки не рекомендуется.

Зернобобовые культуры следует сушить при «мягких» режимах, не допуская снижения их влажности за один пропуск более чем на 3 %. Поэтому при влажности семян 20 % и более для достижения кондиционной влажности (14...16 %) их нужно пропускать через сушилку два, три или четыре раза.

После каждого пропуска семена в течение 5...6 ч охлаждают. В это время влага внутри семян перераспределяется, перемещаясь из внутренних частей к поверхности. Это предупреждает появление трещин.

В то же время многократные пропуски семян через зерносушилку сами по себе увеличивают их поврежденность. Поэтому для сушки семян зернобобовых часто применяют химический (сорбционный) способ. Сущность этого способа заключается в том, что химический сорбент (сульфат натрия, силикагель и т. п.), смешанный с влажным зерном, отнимает от него влагу, связывая ее. В качестве химического сорбента обычно используют сульфат натрия, 1 кг которого способен поглотить 1,27 кг воды. Высушенное этим способом зерно не растрескивается, не сморщивается и полностью сохраняет всхожесть.

Структура и химический состав семян злаковых культур позволяют применять более жесткие режимы сушки. За один пропуск через зерносушилку допускается удаление 6 % влаги. При необходимости дальнейшего снижения влажности зерно пропускают через зерносушилку повторно. Таким образом, зерно влажностью более 20 % для достижения кондиционной влажности (14 %) требует двух-трехкратного пропуска через зерносушилку.

Следует всегда помнить, что с повышением влажности зерна температура его нагрева должна уменьшаться.

Режим сушки зерна зависит также от качества зерна. Например, при сушке пшеницы учитывают исходное качество клейковины. Сушка пшеницы со слабой клейковиной при повышенной температуре приводит к улучшению ее качества. Пшеницу сильных, твердых и ценных сортов сушат при пониженных температурных режимах, чтобы максимально сохранить высокое качество зерна.

Наибольшей термоустойчивостью обладают семена масличных культур. Своеобразное строение и большое содержание жиров позволяют сушить их при более высоких температурах.

Однако при жестких режимах сушки влажных и сырых семян возникает опасность растрескивания оболочек, что также ограничивает повышение температуры до определенного предела.

Семенное зерно сушат при более мягких режимах, снижая температуру на 5...8 °С по сравнению с предельной. Более мягкого температурного режима сушки требуют семена кукурузы, так как при высокой температуре в их зернах образуются внутренние трещины.

Зерно, зараженное вредителями, сушат при максимально допустимой температуре с выдержкой в сушильной камере в течение 20...30 мин.

Семена трав из-за малых размеров и повышенной влажности обладают низкой скважистостью и в шахтных сушилках слипаются, образуя своды. Поэтому семена трав перед сушкой смешивают с зерном овса или ячменя, обладающим высокой скважистостью. Смесь должна содержать примерно 30 % семян трав и 70 % семян овса или ячменя. В барабанных сушилках семена трав можно сушить без примеси балластных семян.

При проведении сушки следует учитывать зрелость зерна и время его хранения перед сушкой. Зерно недоразвитое, не полностью созревшее и не прошедшее периода послеуборочного дозревания имеет более низкую термостойкость по сравнению с выполненным и спелым зерном.

Для правильной организации технологического процесса сушку зерна необходимо проводить партиями одинаковой начальной влажности. Сушить необходимо все зерно, влажность которого превышает критическую.

Перед сушкой зерна в шахтных сушилках оно должно быть обязательно очищено от сорных примесей. Чистота зерна после предварительной очистки должна составлять не менее 98...99 %, а соломистых примесей не должно быть более 0,5 %. Зерно, обрабатываемое на барабанных сушилках, также следует предварительно очищать.

Контроль сушки зерна

Основное требование к технологическому процессу сушки заключается в том, чтобы просушенное зерно полностью сохраняло свои семенные или продовольственно-фуражные качества. Основные показатели качества семенного зерна — всхожесть и энергия прорастания. Качество продовольственного зерна оценивается наличием трещин, количеством и качеством клейковины, а также определяется по цвету и запаху.

Так как важнейшим показателем правильности технологического процесса сушки является температура нагрева зерна, то ее проверяют систематически. Температура не должна превышать предельно допу-

стимые нормы. Другой важный показатель — съём влаги. С этой целью проверяют влажность зерна до и после сушки через каждые два часа. Данные всех наблюдений заносят в журнал учета работы зерносушилок.

Во время работы зерносушилки следует следить за тем, чтобы во всем объеме сушильной камеры была одинаковая скорость сушки. Допустимая неравномерность сушки — $\pm 1\%$, а допустимая неравномерность нагрева зерна — $3\text{...}4^\circ\text{C}$.

Ухудшение качества зерна свидетельствует о нарушении того или иного параметра процесса сушки вследствие неправильной регулировки или неисправности сушилки.

Появление поджаренных, подгорелых, морщинистых, вздутых или с лопнувшими оболочками зерен свидетельствует о повышенной температуре теплоносителя или о застое зерна в отдельных местах сушильной камеры вследствие засорения. Следствием перегрева зерна в сушильной камере является также уменьшение содержания и ухудшение качества клейковины.

Запаривание зерна свидетельствует о низкой температуре теплоносителя или недостаточном его количестве.

Съём влаги за один проход через зерносушилку не должен превышать 6% для большинства злаковых и $3\text{...}4\%$ — для бобовых, а также кукурузы, риса, проса и гречихи. При несоблюдении этого требования зерна сморщиваются или растрескиваются.

Топка должна быть отрегулирована на полное сгорание топлива. Дым и копоть, образующиеся при неполном сгорании топлива, попадая в сушильную камеру, загрязняют зерно и придают ему посторонний запах.

Относительная влажность отработанного теплоносителя должна быть $65\text{...}75\%$, а температура зерна, вышедшего из охладительной камеры, не должна превышать температуру наружного воздуха более чем на $10\text{...}15^\circ\text{C}$.

В практике зерносушения очень важен учет изменений в массе партии зерна вследствие испарения влаги. Такой учет необходим 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. Поэтому искомый процент убыли в массе находят по формуле (1), где a — влажность зерна до сушки, %; b — влажность зерна после сушки, % (см. с. 159).

Массу зерна после сушки (P) определяют по формуле

$$P = M(100 - a)/(100 - b),$$

где M — масса зерна до сушки, т.

Сушка зерна является достаточно дорогостоящей операцией и требует больших материальных затрат на установку и обслуживание зерносушилок. Поэтому установку сушилок на конкретном предприятии необходимо увязывать с месторасположением хозяйства.

В зависимости от средней многолетней влажности зерна по зонам рекомендуются следующие технологические варианты:

- В зоне избыточной уборочной влажности зерна (22 % и выше) зерно подвергают многократной сушке. В этом случае поточные линии комплектуют двумя зерносушилками и бункерами активного вентилирования.
- В зоне уборочной влажности зерна в пределах 18...22 % агрегаты комплектуют одной зерносушилкой и бункерами активного вентилирования.
- Хозяйства зоны низкой уборочной влажности (до 18 %) делят на две группы. При средней многолетней уборочной влажности зерна свыше 16 % необходимо также иметь одну зерносушилку и бункера активного вентилирования.

Контрольные вопросы

1. Для каких целей применяется очистка зерна?
2. На каких признаках зерна основана его очистка?
3. Характеристика стационарных и передвижных зерноочистительных машин.
4. Какие операции включает универсальная схема очистки семян?
5. Какие требования предъявляются к процессу очистки зерна?
6. Способы сушки зерна.
7. Какие требования предъявляются к зерносушилкам?
8. Классификация зерносушилок по режиму и особенностям работы.
9. Какие параметры определяют режим сушки зерна?
10. Особенности сушки зерна в зависимости от его качества и целевого назначения.

АКТИВНОЕ ВЕНТИЛИРОВАНИЕ ЗЕРНА



Виды активного вентилирования зерна

Активным вентилированием называют принудительное продувание зерновой массы воздухом без ее перемещения, что возможно в связи со скважистостью зерновой массы. В зависимости от назначения различают несколько видов вентилирования: 1) профилактическое; 2) проводимое для охлаждения и промораживания зерновой массы; 3) вентилирование зерна для его подсушивания; 4) проводимое с целью ликвидации самосогревания зерна; 5) вентилирование с целью прогрева семян перед посевом; 6) использование вентилирования для фумигации и дегазации хранящихся зерновых масс.

Профилактическое вентилирование предназначено для предотвращения самосогревания зерна. Его проводят периодически, используя преимущественно ночное время суток и временное похолодание.

Вентилирование для охлаждения зерна проводят для снижения температуры до 0...10 °С, при которой физиологические и микробиологические процессы в зерновой массе затормаживаются, а вредители впадают в анабиоз.

Вентилирование для промораживания зерна проводят для снижения его температуры ниже 0 °С. В замороженном зерне активность физиологических и биохимических процессов снижается до минимума, а жизнедеятельность микроорганизмов и вредителей хлебных запасов приостанавливается. При температуре –4...–5 °С вредители впадают в состояние глубокого ооченения, а при длительном воздействии отрицательных температур погибают. При охлаждении зерна до –15 °С большинство клещей и других насекомых погибает в течение суток. Таким образом, вентилирование для промораживания может быть использовано для обработки зараженного зерна.

Вентилирование для сушки зерна и семян применяют, если по каким-либо причинам затруднена сушка в зерносушилках. Например, во избежание травмирования зерна бобовых культур его часто сушат в насыпи вентилированием.

Большое значение активное вентилирование имеет для семян. Обычно семена для обеспечения длительной сохранности охлаждают или даже примораживают. Такие семена перед высевом в поле необходимо обязательно *прогреть*, что резко повышает их всхожесть и увеличивает урожайность. Прогрев семян проводят, вентилируя их теплым весенним или слегка подогретым воздухом.

В процессе хранения в результате дыхания семян, кроме тепла и влаги, выделяется углекислый газ. Семена, являясь живыми организмами, могут погибнуть в бескислородной среде. *Активное* вентилирование освежает межзерновое пространство, обогащает его кислородом и тем самым позволяет сохранить жизнеспособность семян.

В случае если в зерновой массе наблюдается активное развитие вредителей хлебных запасов, то для их уничтожения проводят *фумигацию*, продувая через зерновую массу с помощью вентилирования различные фумиганты.

С целью удаления фумигантов проводят *дегазацию*, то есть в течение определенного времени зерно обрабатывают чистым атмосферным воздухом. Обычно дегазацию проводят в теплые весенние дни. Дегазация такого зерна активным вентилированием проводится также при необходимости его срочной реализации. В этом случае продолжительность вентилирования определяют, контролируя количество остаточного фумиганта в зерне.

Технология активного вентилирования зерна

Активное вентилирование зерна неподогретым атмосферным воздухом проводят:

1) при кратковременной консервации зерна перед сушкой на зерносушилках;

2) при длительном хранении для предупреждения самосогревания.

При этом стойкость зерна повышается в результате охлаждения и некоторого подсушивания зерна.

Кратковременная консервация зерна перед сушкой на зерносушилках обеспечивается главным образом за счет его охлаждения. Цель этого приема — обеспечить сохранность зерна до его сушки и уменьшить потребное количество зерносушилок, что в конечном счете позволяет снизить капитальные затраты и стоимость обработки зерна.

В период уборки на ток поступает большое количество влажного зерна. Оно должно быть сразу же просушено или законсервировано. Устанавливать на току такое количество зерносушилок, которое обеспечило бы немедленную сушку всего поступающего на ток зерна, эко-

номически нецелесообразно, так как продолжительность их работы составила бы всего лишь несколько дней в году.

Таким образом, для обеспечения рентабельной работы зерносушилок нужно правильно сочетать сушку свежееубранного зерна с надежным методом его консервации, а именно с активным вентилированием.

Изучение свойств зерна показало, что даже небольшое снижение температуры зерновой массы существенно увеличивает сроки ее безопасного хранения. Под безопасным хранением зерна подразумевается такое, при котором семенное зерно не ухудшает своих посевных качеств, а продовольственное и фуражное не плесневеет и не самосогревается.

Снижение температуры зерна в два раза позволяет увеличить длительность его безопасного хранения в 10 раз. На этом свойстве зерна основан один из наиболее рациональных способов его консервирования — охлаждение атмосферным воздухом с помощью активного вентилирования.

Охлаждение влажного зерна широко применяется в районах, где в период уборки устанавливается низкая температура наружного воздуха. Для охлаждения зерна наружным воздухом в процессе активного вентилирования необходимо, чтобы температура воздуха была ниже температуры зерна. Организуя работу на установках для вентилирования, следует учитывать колебания температуры воздуха в течение суток.

В то же время следует учитывать и то, что в процессе охлаждения зерна более холодным атмосферным воздухом происходит не только теплообмен, но и влагообмен между воздухом и зерном.

Относительная влажность воздуха претерпевает значительные изменения в течение суток, поэтому между зерном и окружающим воздухом происходит постоянный влагообмен: зерно либо увлажняется, поглощая влагу из воздуха, либо подсушивается, отдавая ее воздуху. Поэтому при охлаждении зерна в установках активного вентилирования необходимо постоянно следить не только за температурой зерна и воздуха, но и за их влажностью, ни в коем случае не допуская увлажнения зерна.

Вентилировать зерно независимо от его влажности и относительной влажности воздуха рекомендуется лишь в том случае, если наружный воздух холоднее зерна в ясную погоду на 4 °С, а в дождливую и туманную — на 8 °С. Во всех остальных случаях необходимо учитывать влажность зерна и относительную влажность воздуха.

Чтобы избежать увлажнения зерна, нужно перед началом вентилирования и затем в процессе его еще 3...4 раза в сутки проверять целесообразность активного вентилирования. Обычно в ясную погоду проверку проводят через каждые 6 ч работы вентиляционной установки, а при неустойчивой погоде — через каждые 3 ч.

Для определения возможности вентилирования зерна используют специальные номограммы, планшеты и таблицы.

Намограммой можно пользоваться при активном вентилировании зерновых колосовых культур. Определять целесообразность вентилирования семян масличных культур по номограмме нельзя.

Семена масличных культур — самые неустойчивые при хранении. Основным способом увеличения сроков их хранения — сушка с последующим немедленным охлаждением. Так, например, снижение влажности высокомасличных семян подсолнечника до 8 % при одновременном охлаждении до 15 °С обеспечивает сохранность качества этой культуры более 3 мес.

Опасность увлажнения возникает при вентилировании холодного зерна теплым влажным воздухом весной. При соприкосновении с холодным зерном воздух охлаждается, относительная влажность его увеличивается и может достичь величины полного насыщения, вследствие чего избыточная влага будет конденсироваться и оседать на зерне, увеличивая его влажность. Наоборот, холодный воздух, соприкасаясь с теплым зерном, нагревается, относительная влажность его уменьшается, и он становится способным подсушивать влажное зерно.

Содержание влаги в зерне всегда стремится прийти в соответствие с количеством влаги в окружающей среде. Если, например, относительная влажность воздуха в период уборки колеблется от 80 до 85 %, то при вентилировании наружным воздухом невозможно снизить влажность зерна до величины, допускающей длительное его хранение (14...15 %), так как для этого нужен воздух с относительной влажностью не выше 65...70 %. Для понижения относительной влажности воздуха чаще всего его подогревают или пользуются другими способами — пропускают через водопоглощающие вещества или вымораживают влагу из воздуха с последующим его подогревом.

Подогрев воздуха на 1 °С уменьшает его относительную влажность примерно на 5 %.

Следует иметь в виду, что только определенная интенсивность продувания зернового слоя обеспечивает сохранение семенных и продовольственных качеств зерна. Так, например, активное вентилирование при удельной подаче воздуха до 1 м³ на 1 т зерна оказывает отрицательное действие на состояние влажного зерна. При такой подаче воздуха температура и влажность зерна существенно не изменяются, но воздух межзерновых пространств обогащается кислородом, что создает благоприятные условия для развития микроорганизмов.

Кроме того, при недостаточной подаче воздуха верхние слои зерна могут отпотевать и увлажняться. Поэтому удельная подача воздуха должна соответствовать разработанным нормам (табл. 3).

Таблица 3

**Минимальная удельная подача воздуха и высота насыпи зерна (м)
при активном вентилировании зерна различной влажности**

Влажность зерна, %	Подача воздуха, м ³ /(т·ч)	Высота насыпи от 1 м, не выше			
		Пшеница, рожь, овес, кукуруза	Просо	Горох, бобы, 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

С наступлением морозов зерно можно охладить до отрицательных температур. Однако при этом следует учитывать, что низкая температура задерживает процесс физиологического дозревания зерна, а при влажности свыше 23 % приводит к снижению посевных качеств. Поэтому влажное семенное зерно не рекомендуется охлаждать до температуры ниже 2...5 °С.

Можно применять активное вентилирование для охлаждения зерна, уже просушенного в шахтных зерносушилках. Такой прием позволяет использовать охладительные камеры шахтных зерносушилок для сушки зерна, благодаря чему их производительность возрастает на 30...50 %. Активное вентилирование в этом случае начинают через 10...20 ч после окончания сушки и заканчивают, когда температура зерна сравняется с температурой атмосферного воздуха.

Таким образом, правильное сочетание сушки свежубранного зерна с его консервацией при помощи активного вентилирования имеет огромное значение как метод охлаждения зерна при длительном его хранении.

Последние исследования показали, что закладывать на длительное хранение можно не только сухое, но также влажное и даже сырое (22 % влажности) зерно. Для этого свежубранное зерно высокой влажности необходимо сразу же подвергнуть охлаждению до температуры 5 °С и ниже.

В настоящее время заложенное на длительное хранение зерно и семена обычно доводят до кондиционной влажности 14...15 %. Несмотря на это, нередко случаи самосогревания и порчи такого зерна. Причиной самосогревания в этом случае является перераспределение тепла и влаги

в процессе хранения зерна. Для предотвращения этого рекомендуется периодически вентилировать зерно атмосферным воздухом. При этом температура различных слоев зерновой насыпи выравнивается, а влага, скопившаяся вследствие конденсации, удаляется. Профилактическое вентилирование лучше всего проводить в то время суток, когда воздух суше и холоднее. Удельный расход воздуха должен составлять не менее $7 \text{ м}^3/(\text{т}\cdot\text{ч})$.

Если самосогревание все же возникло, зерно следует немедленно вентилировать при максимально высоких удельных расходах воздуха независимо от погоды и относительной влажности воздуха, до полного охлаждения.

Как при кратковременной, так и при длительной консервации зерна с помощью охлаждения его в процессе активного вентилирования эффективность приема зависит от состояния воздуха — его температуры и влажности. Чтобы избежать увлажнения зерна недостаточно холодным, но влажным воздухом, активное вентилирование атмосферным воздухом проводят лишь в ночные и утренние часы суток, а это снижает эффективность приема.

В связи с этим все чаще используется прием консервации зерна воздухом, охлажденным с помощью рефрижераторных установок. Это делает прием активного вентилирования зерна независимым от погодных условий. Использование холодильных установок позволяет не только охлаждать, но и осушать воздух, что в принципе открывает возможность автоматического регулирования параметров воздуха (температуры и влажности).

Активное вентилирование можно применять не только для консервации, но и для сушки зерна. При сушке зерна атмосферным воздухом продолжительность вентилирования не должна превышать период безопасного хранения зерна. Для этого пользуются специальной таблицей, в которой приводятся данные по безопасному хранению зерна в зависимости от культуры, температуры зерна и его влажности. Если, например, начальная влажность зерна составляет 22 %, то длительность процесса сушки зерна пшеницы при температуре $10 \text{ }^\circ\text{C}$ должна быть около 8 дней, а при начальной влажности 25 % — не более 3 дней. Расход воздуха при этом должен составлять от 300 до 2000 $\text{м}^3/\text{ч}$ на тонну зерна, а высота зернового слоя — от 0,5 до 2,5 м.

Недостаток сушки зерна активным вентилированием — длительность процесса, зависимость от погодных условий и неравномерность сушки зерна по высоте слоя.

Более эффективна сушка зерна подогретым воздухом. В этом случае сушку можно проводить независимо от погодных условий и значитель-

но сократить время. Воздух обычно подогревают на 10...15 °С, но его температура не должна превышать 30...35 °С, так как применение более высоких температур приводит к пересушиванию зерна в нижних слоях насыпи. Указанная степень подогрева вполне достаточна для того, чтобы проводить сушку зерна в сырую погоду при относительной влажности воздуха 100 %. Так как подогрев воздуха на 1 °С уменьшает его относительную влажность на 5 %, то достаточно нагреть воздух на 7 °С, чтобы его относительная влажность снизилась до 65 %. Это обеспечивает подсушивание зерна до кондиционной влажности — 14...15 %.

Нормы расхода при сушке зерна подогретым воздухом составляют 700...2000 м³/ч на тонну, а высота слоя — около 1 м. Средняя продолжительность суши равна 1...3 сут. Семена зернобобовых культур рекомендуют сушить при температуре подогретого воздуха не выше 30 °С и удельном расходе воздуха 700...1000 м³/ч на тонну.

Кукурузу в початках сушат при более высоких температурах воздуха. Если влажность початков 30...35 %, то сушку начинают при температуре воздуха 35...40 °С, постепенно повышая ее до 45 °С. При влажности початков 18...20 % температуру воздуха можно повысить до 50 °С.

Активное вентилирование с целью сушки наиболее целесообразно применять для зерна, которое подвержено растрескиванию в зерносушилках, а именно для семян кормовых бобов, сои, гороха, люпина, кукурузы. Учитывая то, что мягкие режимы сушки благоприятно влияют на послеуборочное дозревание семян и способствуют улучшению их посевных качеств, следует использовать метод активного вентилирования для сушки семенного зерна.

Немаловажное значение в этом случае имеет и устранение травмирования сырого зерна от воздействия транспортирующих средств при замене сушки в зерносушилках активным вентилированием.

Режимы активного вентилирования

Эффективность активного вентилирования определяется снижением температуры и влажности, исключением возможности развития плесневых грибов и микроорганизмов и повышением стойкости зерна при хранении. Эффективность зависит от величины расхода подаваемого в зерновую массу воздуха, его температуры и влажности, свойств и состояния зерна. Совокупность этих показателей называется режимом вентилирования.

Одним из основных параметров режима процесса вентилирования является удельная подача воздуха (g_{cp}). Это количество воздуха, подаваемого на 1 т вентилируемого зерна в час:

$$g_{\text{cp}} = V/M,$$

где V — расход воздуха, м³/ч; M — масса вентилируемого зерна, т.

Для обеспечения активного вентилирования всей насыпи с учетом возможных застойных зон требуется большая удельная подача воздуха, величина которой учитывается коэффициентом потребности (Π_g).

Коэффициент потребности удельной подачи воздуха показывает, во сколько раз должна быть увеличена удельная подача воздуха в зерновую насыпь (g_{cp}), чтобы в застойные зоны можно было направить воздух в достаточном количестве и тем самым достигнуть равномерного вентилирования. Он зависит от размера промежутка между воздухоораспределителями и высоты насыпи.

Чтобы рассчитать количество воздуха, требуемое для вентилирования, надо знать коэффициент потребности удельной подачи воздуха (Π_g), норму удельной подачи воздуха (g_{cp}), необходимую для обеспечения эффективного вентилирования застойных зон в насыпи, и количество вентилируемого зерна. Потребный расход воздуха V , м³/ч, для активного вентилирования определяют по формуле

$$V = g_{\text{cp}} \Pi_g M.$$

На практике при наличии конкретного вентиляционного оборудования потребный расход воздуха в зерновую насыпь обеспечивают регулированием высоты насыпи зерна. Тогда количество зерна, которое можно загрузить на установку, находят по формуле

$$M = V/(g_{\text{cp}} \Pi_g).$$

Продолжительность активного вентилирования зерна для снижения температуры (в том числе для охлаждения его до температуры 0 °С и промораживания) не зависит от температурного перепада (температура зерна — температура воздуха). Если процесс активного вентилирования зерна не сопровождается снижением его влажности, то на охлаждение всей зерновой насыпи до температуры, близкой к температуре наружного воздуха, требуется около 2000 м³ воздуха на 1 т зерна.

Продолжительность охлаждения зерна T на установке для активного вентилирования с учетом задержки охлаждения застойных зон определяют по формуле

$$T = 2000 \Pi_g / g_{\text{cp}},$$

где $g_{\text{ср}}$ — фактическая средняя удельная подача воздуха на данной установке, $\text{м}^3/\text{т}$ в час.

Сроки вентилирования партий зерна и очередность обработки устанавливаются в зависимости от температуры и влажности зерна. Греющееся зерно вентилируют непрерывно в любые часы суток, независимо от метеорологических условий и влажности воздуха, до тех пор, пока оно не будет охлаждено до температуры, близкой к температуре наружного воздуха.

Техника вентилирования зерна

Для вентилирования зерна применяют различные конструкции установок. По существующей классификации установки подразделяют на стационарные, напольно-переносные и передвижные трубные.

Для вентилирования зерна в типовых складах используют **стационарные** вентиляционные установки: СВУ-1; СВУ-2; УСВУ-62 и аэрожелоба.

Установка СВУ-1 состоит из каналов-воздуховодов, устроенных в полу склада и накрытых сверху сплошными деревянными щитами. Каналы имеют постоянную ширину, равную 0,4 м, и переменную глубину, которая в начале канала составляет 0,5 м, а в конце — 0,07 м. Расстояние между осями соседних каналов — 3,1...3,2 м. Каждые два канала с одной стороны объединены патрубком и выведены через отверстие в стене за пределы склада. Одну пару объединенных каналов-воздуховодов принято называть секцией установки. Типовой склад вместимостью 3200 т оборудуют десятью секциями. Каналы проходят через всю ширину склада.

В верхней части канала сделаны полки шириной 0,25 м, на которые брусками опираются щиты. Между боковыми краями щитов и вертикальными стенками полок образуются щели шириной 45 мм, которые при засыпке заполняются зерном, через них нагнетается воздух. Для вентилирования зерна снаружи склада к переходному патрубку подсоединяют вентилятор.

Установка СВУ-2 — видоизмененная конструкция установки СВУ-1, в которой каналы-воздуховоды короче в два раза. Они расположены симметрично по обе стороны от продольной оси склада, не доходя до нее 0,5 м.

Воздух в каналы подводят через 26 входных патрубков, установленных с двух сторон в продольных стенах склада по 13 патрубков с каждой. В складе вместимостью 3200 т зерна предусматривают 26 самостоятельных секций.

Каждый канал имеет длину 9 м, ширину 0,5 м и переменную глубину — в начале 0,6 м и в конце 0,15 м. Расстояние между каналами — от 1,35 до 1,9 м. Каждая секция, состоящая из двух объединенных каналов, имеет площадь 50 м² (рис. 14).

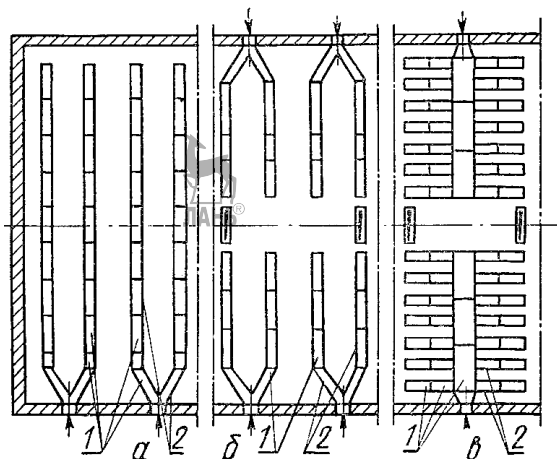


Рис. 14. Схема расположения стационарных установок для активного вентилирования зерна:

а — СВУ-1; *б* — СВУ-2; *в* — СВУ-3; 1 — деревянные щиты; 2 — щели для выхода воздуха

Установка УСВУ-62 предназначена для вентилирования зерна различных культур для снижения температуры при влажности зерна 26%, а также сушки его в насыпи теплым воздухом при влажности зерна до 30%. В таких установках глухие промежутки между щелями не превышают 0,5...0,6 м. При этом каналы обеспечивают пропуск большого количества воздуха и равномерное его распределение по всей площади пола склада. Благодаря этому можно вентилировать в 1,5...2 раза больше зерна, чем на других установках.

При формировании партий зерна над установкой УСВУ-62 допускается значительно большая высота насыпи, чем над другими. В типовом складе вместимостью 3200 т размещают 16 секций установки, по 8 секций вдоль каждой продольной стены склада. Площадь одной секции — 76 м². Каждая секция установки состоит из магистрального и 16 боковых каналов, расположенных перпендикулярно магистральному каналу, по 8 с каждой стороны. Магистральные каналы расположены поперек склада перпендикулярно его продольной оси, не доходя до нее на 0,12 м.

Зерно на всех указанных установках рекомендуется вентилировать одновременно с двух продольных сторон склада, не менее чем на четырех

соседних секциях. По достижении нужного эффекта переставляют только два противоположных вентилятора. Два других, подающих воздух в секции между охлажденными и греющимися участками, оставляют на месте. Они создают заградительную воздушную зону, которая не пропускает тепло и влагу из необработанных участков насыпи в уже охлажденные.

При обработке зерна в складах до сих пор актуальна полная механизация его выгрузки. Для механизированной разгрузки складов и активного вентилирования партий зерна используют аэрожелоба. Наибольшее распространение получили стационарные *аэрожелоба АРВ*.

В типовом складе вместимостью 3200 т монтируют 48 аэрожелобов по 24 с каждой продольной стороны хранилища. В середине склада аэрожелоба соединяют с выпускными воронками. Предусмотрена установка аэрожелобов в складе с рассекателями между ними и без них. Угол наклона рассекателей — 40...45°. Расстояние между осями аэрожелобов колеблется от 2 до 3 м. Каждый аэрожелоб состоит из переходного патрубка, двухэтажного канала и выпускной воронки. Ширина канала — 0,22 м, глубина у стен склада — 0,5 м и у выпускных воронок — 0,1 м. Длина каждого канала — 8 м. Аэрожелоб разделен перфорированной перегородкой в горизонтальной плоскости: нижняя часть воздухоподводящая, а верхняя — распределяющая воздух, и по ней также транспортируется зерно.

В связи с тем, что аэрожелоба используют как для выгрузки зерна, так и для его активного вентилирования, их эксплуатация имеет свои особенности. В складе, оборудованном аэрожелобами с рассекателями, не следует загружать зерно влажностью выше 15,5 % на срок хранения более 1 мес. В складах с аэрожелобами без рассекателей можно хранить зерно с более высокой влажностью, так как в данном случае можно применять средства передвижной механизации в случае отказа аэрожелобов при выгрузке слежавшегося зерна. Следует также учитывать, что аэрожелоба имеют высокое аэродинамическое сопротивление, в связи с этим подача воздуха по сравнению с другими вентиляционными установками в аэрожелобах снижается в 2...3 раза. Поэтому приходится снижать высоту насыпи зерна, которая формируется с учетом влажности и особенностей культуры.

Широкое распространение получили *напольно-переносные установки*, которые можно использовать как в хранилищах, так и на открытых площадках. В типовом складе вместимостью 3200 т зерна размещают восемь отдельных секций установки. Каждая секция занимает площадь 120...125 м².

Несмотря на простоту устройства и эксплуатации, напольно-переносные установки имеют следующие недостатки. Щиты и решетки

выступают над уровнем пола и затрудняют применение передвижных погрузочно-разгрузочных механизмов. Эксплуатация установок сопряжена с большой затратой ручного труда. Деревянные части установок часто ломаются, и ежегодно приходится восстанавливать до 50 % элементов конструкций.

Необходимо также следить за тем, чтобы между отдельными элементами конструкции не было щелей, через которые могло бы просыпаться зерно и уходить воздух. Обычно места стыков сверху и с боков перекрывают полосками мешковины.

Для вентилирования зерна на площадках, под навесами и на токах, а также в складах широко используют *телескопические передвижные* вентиляционные установки ТВУ-2 (рис. 15). Установка представляет собой пятизвенную трубу телескопического типа. У первого звена стенки сплошные, у остальных четырех — перфорированные, с круглыми отверстиями диаметром 3 мм. К первому звену крепятся салазки, на которых установку в собранном виде перевозят.

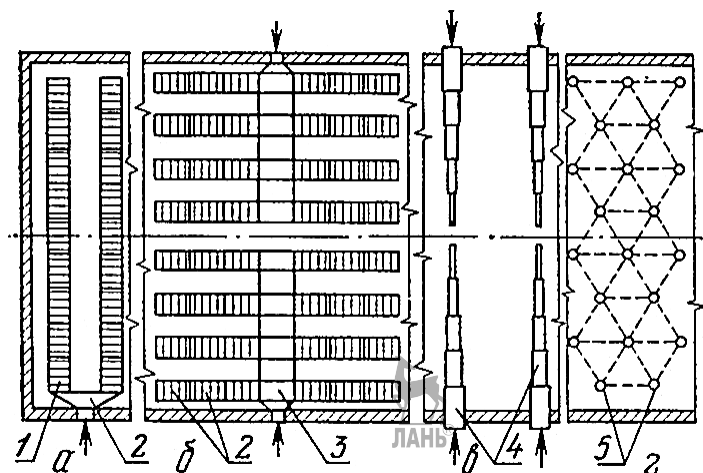


Рис. 15. Схема размещения в складе секций напольно-переносных установок для вентилирования зерна:

а — ГИПЗП-48; *б* — ГИПЗП-55; *в* — ТВУ-2; *г* — ПВУ-1А;

1 — деревянные решетки воздухопроводов; 2 — переходные патрубки; 3 — проходные и глухие деревянные щиты; 4 — телескопические воздухопроводы; 5 — трубы установки ПВУ-1А

На площадке установки расставляют попарно одну против другой и растягивают каждую во всю ее длину. В растянутом виде длина установки — 9,86 м, а расстояние между торцами последних звеньев противоположащих установок не должно превышать 1...2 м.

Расстояние a , м, между осями труб рассчитывают по формуле

$$a = \frac{V}{2LH\gamma g},$$

где V — подача воздуха вентилятором в каждую трубу, м³/ч; L — длина насыпи, м; H — высота насыпи, м; γ — объемная масса зерна, т/м³; g — удельная подача воздуха, м³/т в час.

В зависимости от высоты насыпи и влажности зерна расстояние между трубами колеблется от 1,6 до 8 м. Чем выше влажность и высота насыпи зерна, тем меньше расстояние между трубами.

В *вентилируемых бункерах* загрузка и выгрузка зерна с напольных установок даже при использовании средств механизации связана со значительными трудностями. Полностью механизировать все работы позволяют установки типа «вентилируемый бункер» (рис. 16). Зерно в бункер загружают норией, а выгружают самотеком.

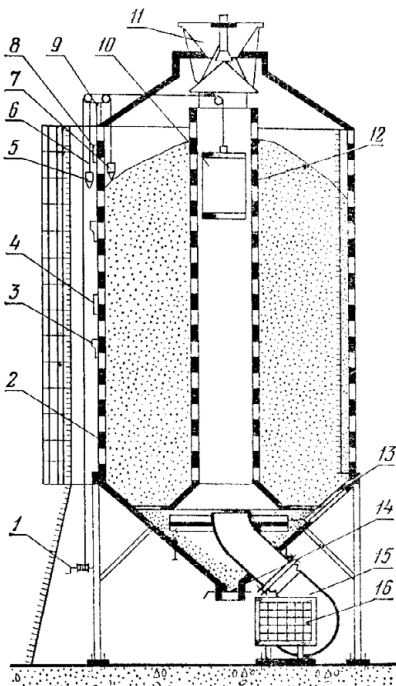
Бункерные установки снабжены высокопроизводительными вентиляторами с электроподогревателем, поэтому их можно применять не только при временном хранении зерна, но и при его сушке.

По сравнению с напольными вентиляционными установками вентилируемые бункера занимают в несколько раз меньшую площадь. Для размещения одного бункера требуется площадка около 8 м².

Наиболее распространены марки ВБ-12,5; ВБ-25 и ВБ-50 емкостью по пшенице соответственно 12,5; 25 и 50 т. Вентилируемые

Рис. 16. Вентилируемый бункер ВБ-25:

- 1 — лебедка; 2 — корпус бункера; 3 — пробоотборники; 4 — регулятор влажности;
- 5, 7 — грузики; 6 — флажок фиксатора; 8 — измерительный преобразователь уровня зерна; 9 — кронштейн с блоками;
- 10 — цилиндрический клапан (поршень); 11 — конусный распределитель зерна;
- 12 — воздухораспределительная труба; 13 — регулировочное кольцо; 14 — выпускная заслонка; 15 — вентилятор;
- 16 — электрокалорифер



бункера успешно работают как на охлаждении, так и на сушке зерна с влажностью до 21...22%.

Контрольные вопросы



1. В чем заключается сущность активного вентилирования зерна?
2. Виды вентилирования зерна в зависимости от его назначения.
3. Какие условия необходимы для проведения активного вентилирования?
4. Методика определения возможности активного вентилирования по номограммам и планшеткам.
5. Как зависит удельная подача воздуха от качества зерна при активном вентилировании?
6. В чем заключаются особенности активного вентилирования семян различных культур?
7. Классификация вентиляционных установок.
8. Конструктивные особенности вентиляционных установок.





Классификация зернохранилищ и предъявляемые к ним требования

Зернохранилище — это здание или сооружение для хранения зерна. По назначению различают хранилища продовольственного, фуражного и семенного зерна. По способу хранения хранилища бывают напольные (зерносклады), закромные (бункерные) и силосные.

Напольные зернохранилища — это одноэтажные здания, как правило, с верхней и нижней галереями. В галереях установлены механизмы для разгрузки и выгрузки зерна. Напольные зернохранилища строят с горизонтальными или наклонными полами.

В хранилищах с горизонтальными полами можно одновременно хранить несколько разных партий зерна. Для этого хранилища делят на отсеки при помощи разборных щитов.

Зернохранилища с наклонными полами, заглубленными на 6...7 м, строят в местах с низким уровнем грунтовых вод. При этом проходная галерея с нижним транспортером размещается на глубине более 8 м, что значительно увеличивает вместимость хранилищ и позволяет полностью механизировать их разгрузку через нижние люки. Угол наклона полов должен быть не менее 36...40°.

Закромные зернохранилища используют для хранения нескольких партий или сортов зерна. Это склады, разделенные стационарными перегородками на отсеки или закрома. Закромные хранилища оборудуют также бункерами, имеющими наклонные и конусные днища, благодаря чему зерно разгружается из них самотеком. Закрома и бункеры обычно устраивают в 2 ряда с проходом посередине.

В хранилищах для продовольственного и кормового зерна закрома и бункеры примыкают к наружным стенам, для семенного — между стенами и закромами оставляют проход или делают теплоизоляцию.

Силосом называется емкость для хранения зерна, высота которой более чем в 1,5 раза превышает диаметр. Высота силосов обычно достигает 25...30 м, в плане — круглые, прямоугольные или многоугольные. Силосы строят с днищами в виде конусов или воронок для автоматической выгрузки зерна.

У напольного и силосного способов хранения зерна есть свои достоинства и недостатки. При напольном хранении площадь соприкосновения зерновой массы с окружающим воздухом значительно выше, поэтому при проветривании складов зерновая масса частично подсыхает и охлаждается, особенно ее поверхностные слои. Снижение высоты насыпи позволяет хранить зерновую массу повышенной влажности. В напольных хранилищах можно хранить не только зерно, но и зернопродукты в таре. В то же время такие зернохранилища трудно полностью механизировать и сделать их герметичными.

При силосном хранении лучше используется объем зернохранилища, здесь можно полностью механизировать приемку. Однако стоимость силосных хранилищ выше напольных. В то же время затраты на сооружение силосных хранилищ быстро окупаются в результате меньших издержек по эксплуатации и высокой производительности труда.

Выделяют и некоторые другие виды зернохранилищ.

Пакгауз — склад железнодорожного типа с полом на уровне пола вагонов. Пакгауз предназначен для приемки, хранения и отгрузки любых штучных и насыпных грузов.

Санетка, или кош, — небольшой склад с решетчатыми стенами для хранения кукурузы в початках, построенный продольной стороной поперек господствующих в данной местности ветров.

Вентилируемый бункер — специальное металлическое зернохранилище небольшой вместимости, предназначенное для приемки, обработки (вентилирования, сушки) и хранения свежесобранного зерна и семян. Вентилируемые бункера могут быть расположены по одному и в виде механизированных батарейных комплексов.

Металлический силос-зернохранилище из металла значительной вместимости с плоским и наклонным полом. Его используют в единичных экземплярах и в виде батарей.

Элеватор — комплекс рабочей башни и силосного корпуса для приемки, обработки, хранения и отпуска зерна различных культур при полной механизации всех работ и дистанционном контроле состояния хранящегося зерна.

Асфальтированная площадка — специально подготовленный участок территории с утрамбованным или асфальтированным полом для временного размещения зерна и его очистки на передвижных зерноочистительных машинах.

Бунт — временное сооружение со стенами из щитов, досок или других вспомогательных материалов, устроенное на специальной площадке и укрытое сверху брезентом или пленкой.

Навес — сооружение без стен, но с крышей и асфальтированным полом.

Механизированный ток — комплекс оборудования и сооружений для приемки, первичной обработки свежесобранного зерна и его кратковременного хранения под навесом.

Хранилище любого типа проектируют и строят с обязательным учетом следующих основных особенностей зерна:

1. Зерно — живой организм, сохранность которого во многом зависит от условий окружающей среды — температуры и влажности.

2. При правильном хранении зерно полностью сохраняет свое качество и во многих случаях повышает его. Нарушение режимов хранения зерновой массы ведет к ухудшению качества зерна.

3. Зерновая масса обладает свойством сыпучести и оказывает значительное давление на пол и стены хранилища.

4. Производство зерна носит сезонный характер. Зерно нового урожая поступает на обработку и хранение в сжатые сроки (в течение 10...20 дней), а расходуется на протяжении всего года. В связи с этим большая часть зернохранилищ используется не полностью в течение года.

5. Зерно и семена занимают только часть склада. Необходимость размещения технологического оборудования с оставлением свободного пространства для наблюдения за зерном приводит к тому, что в зернохранилищах на одну тонну хранимого зерна приходится 2,5...3 м³ помещения.

Помимо физических и биологических особенностей зерновой массы, учитывают показатели экономического характера, отражающие капитальные затраты и стоимость хранения.

Все перечисленное выше определяет следующие основные требования к зернохранилищам.

1. Вместимость хранилища должна обеспечивать размещение всего зерна с учетом переходящих остатков урожаев предшествующих лет.

2. Хранилища должны надежно защищать зерно от грунтовой влаги, атмосферных осадков и грызунов. Не должно быть просыпей и смешивания зерна, а также условий для развития и жизнедеятельности вредителей.

3. Хранилища должны быть прочными, долговечными и пожаро-, взрывобезопасными.

4. Должна быть предусмотрена возможность для наблюдения за зерном в период хранения.

5. Все процессы, связанные с погрузочно-разгрузочными работами и обработкой зерна, должны быть механизированы.

6. Хранилища должны быть безопасными для работающих и обеспечивать санитарно-гигиенические условия труда и хранения зернопродуктов.

7. Должны быть не дорогостоящими, с минимальными эксплуатационными расходами.

8. К месту хранения зерна должны иметься хорошие подъездные пути.

При эксплуатации зернохранилищ высоту слоя зерна принимают в зависимости от его качества, но не более расчетной: около стен — 2,5 м и в середине — 5 м. Для этого на стенах высоту засыпки отмечают красной линией.

Вместимость склада с горизонтальным полом может быть определена по формуле

$$E = \left[ABR + \left(\frac{A+a}{2} \right) \left(\frac{B+b}{2} \right) (H-h) \right] \cdot \gamma, \quad (2)$$

где E — вместимость склада, т; A — внутренняя длина склада, м; B — внутренняя ширина склада, м; R — высота засыпки зерна около стен, м; a — длина насыпи зерна поверху, м; b — ширина насыпи зерна поверху, м; H — высота насыпи зерна в середине склада, м; h — высота насыпи у края склада, м; γ — натура, т/м³.

Величины a и b насыпи зерна поверху можно определить по формулам

$$a = A - 2(H - h) \operatorname{ctg} \alpha;$$

$$b = B - 2(H - h) \operatorname{ctg} \alpha,$$

где α — угол естественного откоса ($\alpha = 25^\circ$).

При размещении в складе вместимость, полученную по формуле (2), уменьшают на 10...20 %.

Стены зернохранилища должны иметь достаточную прочность, рассчитанную на воздействие нагрузки от давления зерна, крыши и ветра. Одновременно они должны хорошо защищать зерно от атмосферных осадков и обладать достаточной гигроскопичностью. Внутренняя поверхность стен не должна иметь щелей, где могут развиваться вредители.

Ввиду того что боковое давление зерна на стену распределяется неравномерно, ее толщину по высоте делают неодинаковой (у основания — 523 мм; в середине — 380 мм; в верхней части — 250 мм). При

этом через каждые 3 м располагают контрфорсы, что придает стенам достаточную прочность и устойчивость.

Для предохранения стен от грунтовой влаги между ними и фундаментом делают гидроизоляционную прослойку.

Полы зернохранилища также должны обладать достаточной прочностью и противостоять нагрузке от колес передвижной механизации. Полы должны обладать хорошей влагонепроницаемостью, защищать зерно от проникновения грызунов и исключать возможность развития вредителей.

В современных зерновых складах делают асфальтовые полы. Каменные и бетонные полы нежелательны, так как они разрушаются при перемещении передвижной техники, что приводит к увеличению зольности зерна. Асфальтовое покрытие делают толщиной 25...30 см. У стен полы закругляют, чтобы облегчить их очистку.

Нормальные условия хранения зерна требуют, чтобы *крыша* склада была прочной, легкой, огнестойкой и малотеплопроводной.

Основной каркас крыши, как правило, изготавливают из дерева. Для кровли используют шифер, кровельную сталь и рубероид. В типовых проектах угол наклона крыши делают 26°.

В последних проектах зернохранилищ применяют железобетонные и металлические конструкции.

Ворота делают как по длине, так и в торце склада. Их ширина — 2,2 м, высота — 2,6 м. Ворота делают распашными, на давление зерна их не рассчитывают. Поэтому с внутренней стороны, около проема, укладывают закладные доски, которые давлением зерна прижимаются к каменной стене. Над закладными досками должна быть устроена сетка, препятствующая проникновению в склад птиц. Иметь большое число ворот нецелесообразно.

Между воротами склада в стенах над уровнем зерна делают *окна* размером 60 × 140 см. Оконные проемы необходимо затягивать проволочной сеткой для защиты от птиц и предотвращения попадания стекла в зерно. Оконные рамы подвешивают на горизонтальных петлях. Их открывают снаружи, что позволяет проветривать склад, не заходя внутрь.

Типовые зернохранилища сельскохозяйственных предприятий

По степени механизации склады классифицируются на немеханизированные (то есть без стационарной механизации), с частичной механизацией и механизированные.

В немеханизированных складах используют передвижную механизацию.

Частично механизированные склады оборудованы верхним или нижним стационарным конвейером для загрузки зерна в склад или его выгрузки. Вторая операция в этом случае обеспечивается передвижной механизацией.

Механизированный зерносклад на 50 % разгружается самотеком, а остальное зерно разгружают с помощью различных средств механизации. Кроме различных марок зернопогрузчиков, для этой цели используют аэрожелоба.

В настоящее время наибольшее распространение получил склад вместимостью 3200 т. Его достоинством является простота, возможность использования различных местных материалов и эксплуатация как при помощи передвижной, так и стационарной механизации.

Основные размеры складов выбраны так, чтобы лесоматериалы стандартных размеров можно было применять с минимальным количеством обрезков. В типовом проекте склада за основу принята стандартная длина бревен и досок 6,5 м. В продольном направлении склад разделен на три пролета: средний — 11 м и два крайних по 4,5 м. Широкий средний пролет позволяет удобно маневрировать передвижными механизмами внутри склада.

При недостатке вместимости зернохранилищ в период массового поступления зерна на хлебоприемных предприятиях сооружают на специально подготовленных асфальтовых или других площадках временные хранилища, или бунты. Участки для площадок отводят около подъездных путей, зернохранилищ и сушильно-очистительных механизмов. На территории предприятия площадки располагают между складами и параллельно их стенам с разрывом не менее 10 м для проездов.

Лучшие условия сохранности зерна обеспечивают площадки с асфальтовым покрытием. Можно использовать грунтовые, правильно спрофилированные площадки. Их поперечный профиль должен иметь слегка выпуклую форму с уклоном 5° по продольной осевой линии. Площадки не должны заполняться дождевыми водами, для чего их поднимают над окружающей территорией на 30...35 см.

Длинной стороной площадки размещают по уклону местности.

На грунтовых площадках нижний слой зерна часто увлажняется и прорастает, образуя так называемую «корку». Избежать этого явления можно с помощью полиэтиленовой пленки, которую подстилают под основание бунта.

Размеры площадок определяют с учетом удобного использования имеющихся механизмов для погрузки и перемещения зерна, а также

средств для укрытия зерна. Ширина площадки обычно составляет 7...14 м. Длина произвольная, но не более 50...60 м.

Площадки для временного хранения зерна сухого и средней сухости, а также оборудованные установками для активного вентилирования ограждают по периметру хлебными щитами. Сверху бунт накрывают брезентом.

При недостатке брезентов используют различные пленки. Однако этот прием имеет существенный недостаток. При укрытии влажного и сырого зерна на внутренней стороне пленки конденсируется значительное количество влаги, которая стекает по поверхности. При этом наблюдается очаговое и поверхностное увлажнение зерна.

При временном хранении на площадках влажного и сырого зерна их оборудуют напольно-переносными установками активной вентиляции. Высота насыпи в этом случае не должна быть более 2...2,5 м.

Площадки загружают зерном с соблюдением следующих условий:

- 1) засыпать зерно нужно только на сухую площадку;
- 2) загрузку зерна по ширине бунта начинают с его середины и ведут к краям;
- 3) все зерно должно пройти первичную очистку;
- 4) нестойкое зерно необходимо хранить в бунтах с обязательным использованием активной вентиляции;
- 5) как грунтовые, так и асфальтовые площадки должны иметь водоотводные каналы;
- 6) скапливающийся на поверхности зерна легкий сор сметают и удаляют.

По мере загрузки формируют бунт, придавая насыпи форму призмы треугольного сечения с боковыми откосами, крутизну которых устраивают близкой углу естественного откоса зерна данной культуры.

Потребность в площадках определяют, исходя из размещения на 1 м² до 1 т зерна на площадках, не оборудованных ограждающими щитами, и до 2 т зерна на площадках, имеющих щиты.

На песчаных и супесчаных грунтах отметка покрытия площадки должна быть выше самого высокого уровня грунтовых вод на 1 м, а при глинистых и суглинистых грунтах — на 2 м.

При приемке зерна обеспечивают правильное размещение его на площадках в зависимости от качества и с учетом формирования однородных партий соответственно целевому назначению. Смешивать зерно различных сортов, типов, подтипов и состояний по качеству запрещается.

Для сохранения качества принятого зерна с момента его поступления устанавливают систематическое наблюдение за температурой

и влажностью зерна, зараженностью зерна вредителями хлебных запасов, запахом и цветом.

Температуру зерна, размещенного на площадках высотой более 1,5 м, измеряют в трех слоях насыпи: в верхнем на глубине 30...50 см от поверхности, в среднем и нижнем. В насыпи высотой не более 1,5 м температуру определяют в верхнем и нижнем слоях.

В ненастную погоду бунты укрывают брезентами. Брезенты укладывают внахлестку так, чтобы вода на них не задерживалась. После дождя брезенты сушат, скатывают и укладывают по гребню бунта. Потребность в брезентах определяют из расчета одного брезента размером $8 \times 7,5$ м на 50 т укрываемого зерна (в расчете на зерно пшеницы).

Укрытые брезентами бунты при хорошей погоде раскрывают. Особо необходимо делать, если в зерне повышается температура и появляются признаки самосогревания.

Для удобства наблюдения за зерном в бунтах применяют легкие сходни. Ходить непосредственно по зерну запрещается.

Государственные зернохранилища

Из всех видов и типов зернохранилищ наиболее совершенным является элеватор. В нем самая высокая производительность и энерговооруженность труда при наименьших (в 1,5...3 раза) издержках по хранению и обработке убранного зерна. Если в типовых зерновых складах на 1 т вместимости приходится 2,5...3,0 м³ помещения, то в элеваторах — 1,5...1,7 м³ (рис. 17).

На элеваторах действует дистанционный автоматизированный контроль за хранящейся зерновой массой и применяются своевременные профилактические меры по предотвращению ухудшения качества и сокращению потерь зерна. Недостатки элеваторов — их сравнительно высокая стоимость и длительное строительство.

В зависимости от способа подачи зерна из силосов к нориям и обратно элеваторы делят на самотечные и конвейерные. Кроме того, элеваторы бывают однокрылые и двукрылые, а также однобашенные, двухбашенные и безбашенные. Элеваторы могут быть с комбинированными зернохранилищами, когда зерно хранят в силосах и напольно.

Иногда элеваторы располагают на мукомольных, крупяных, комбикормовых заводах и маслозаводах. Во всех элеваторах зерно принимают, отпускают, очищают, сушат, вентилируют и обеззараживают; формируют партии зерна по качеству и целевому назначению и проводят другие работы.

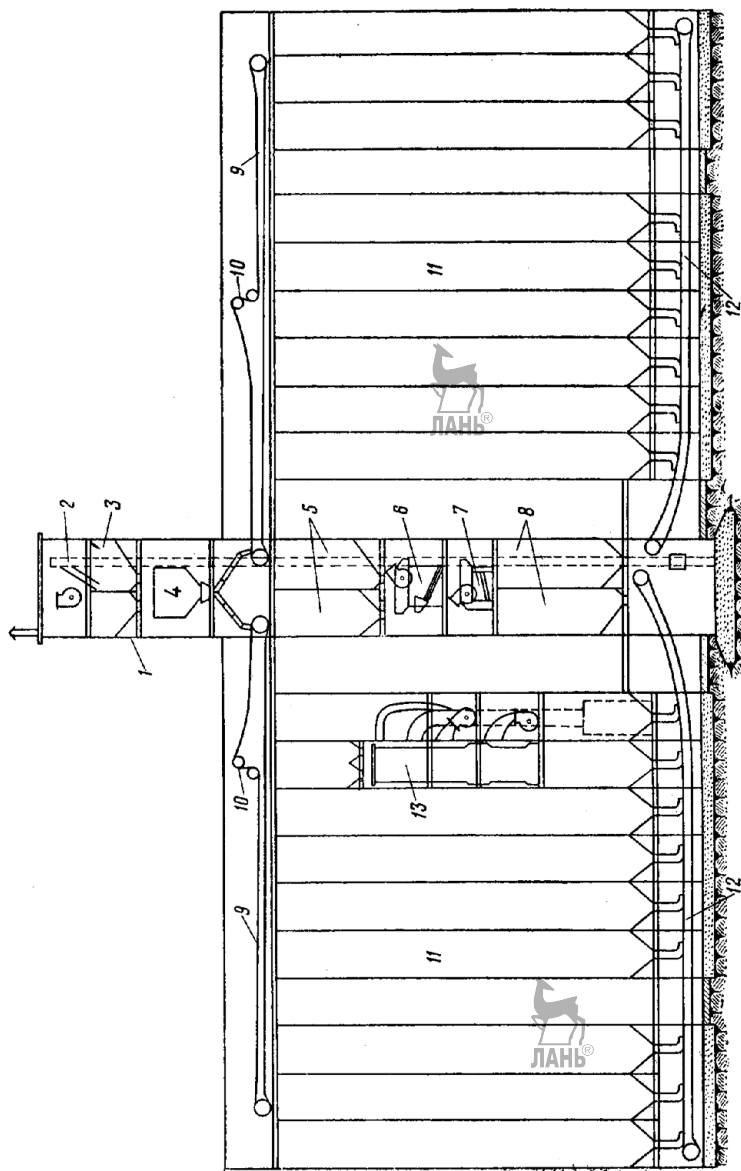


Рис. 17. Заготовительный элеватор:

1 — рабочая башня; 2 — нория; 3 — бункера над весами; 4 — весы; 5 — бункера над сепараторами; 6 — сепараторы; 7 — триеры; 8 — бункера для очищенного зерна; 9 — верхний транспортер; 10 — сбрасывающая тележка; 11 — силосный корпус; 12 — нижний транспортер; 13 — сушилка

Для выполнения внешних операций элеваторы имеют специальные приемные и отпускные бункеры и силосы. Для выполнения внутренних операций элеваторы оснащены средствами транспортирования, зерноочистительными машинами, сушилками, установками для вентилирования зерна и его обеззараживания, весами.

Все технологическое, весовое и транспортное оборудование размещают в рабочих башнях или в небольших пристройках — рабочих зданиях.

В рабочем здании выполняют следующие основные операции с зерном: 1) приемка; 2) обработка; 3) определение качества или подготовка партий зерна; 4) распределение в силосы и склады, связанные с элеватором; 5) отпуск зерна.

Зерно в рабочем здании элеватора перемещается по одноступенчатой и многоступенчатой схемам. Одноступенчатая схема характеризуется тем, что в рабочем здании весы расположены выше надсилосного конвейера. В связи с этим зерно, поднятое норией, после взвешивания может быть направлено без вторичного подъема в силосный корпус, на очистку или сушку. Подобная схема отличается простотой, но связана с увеличением высоты рабочего здания (60 м и более).

Многоступенчатая схема позволяет снизить высоту рабочего здания. В этом случае в рабочем здании весы размещают ниже надсилосного конвейера, и зерно вторично поднимают норией. Недостатком этой схемы является то, что она вызывает увеличение общего числа норий, размеров рабочего здания и усложняет общую коммуникацию.

Основной составной частью элеватора как по занимаемому объему, так и по значению являются силосные корпуса.

Главная задача силосного корпуса — сохранить зерно без потерь и снижения качества. С этой точки зрения он должен удовлетворять ряду требований:

- Защищать зерно от атмосферных осадков и быстрых изменений наружной температуры.
- Не допускать конденсации паров воды на внутренних поверхностях.
- Препятствовать проникновению в зерновую массу вредителей хлебных запасов.
- Не допускать задержки зерна при опорожнении силоса и быть безопасным в пожарном отношении.
- Быть оптимальным по технико-экономическим показателям.

Материалом для возведения современных силосных корпусов служит монолитный и сборный железобетон, а также сталь.

Силосный корпус состоит из трех основных элементов:

- подсилосного этапа, служащего для размещения нижних конвейеров, предназначенных для разгрузки силосов;
- силосной части, включающей силосы для хранения зерна;
- надсилосной галереи, в которой располагают надсилосные конвейеры, служащие для заполнения силосов.

В настоящее время строят силосы различной формы в плане — круглые, квадратные, прямоугольные и многогранные. В практике строительства элеваторов наибольшее распространение получили силосы круглого сечения. Диаметры силосов унифицированы и приняты равными 6 и 7 м. Квадратные силосы строят размером не больше 4×4 м. Другие формы силосов — шестигранные, восьмигранные и т. д. — не получили распространения ввиду меньшей экономической целесообразности и более сложной конструкции.

Расположение силосов круглого сечения может быть рядовое и шахматное. Наличие наружных звездочек при шахматном расположении силосов несколько повышает коэффициент использования объема силосного корпуса.

Высота железобетонного силосного корпуса определяется допустимой нагрузкой на грунт под подошвой фундаментной плиты. Исходя из среднего давления на грунт под подошвой фундаментной плиты в $3 \cdot 10^5$ Па, для типового силосного корпуса принята высота 30 м. В отдельных случаях она бывает больше — 40...50 м.

Все элеваторы оборудованы механизированными устройствами для приема, очистки, сушки и отгрузки зерна. Из приемных бункеров зерно поднимают нориями в верхнюю часть рабочего здания, очищают от примесей, сушат и направляют на надсилосные конвейеры, сбрасывающие его в силосы.

Выгружают зерновую массу на нижние конвейеры в подсилосном этаже через отверстия с воронками в днищах силосов. Часть силосов оборудуют установками для дезинфекции зерна и активного вентилирования.

Температуру зерновой массы в силосах контролируют на разных уровнях с помощью термоподвесок. На современных элеваторах машины и механизмы управляются с центрального диспетчерского пульта. На крупных элеваторах применяют телевидение.

Значительное распространение получили отдельные металлические силосы при элеваторах для хранения сухого очищенного зерна: в РФ — стальные (диаметром 15...18 м, высотой 12 м) и алюминиевые (диаметром 5,7 м, высотой 12 м); за рубежом — стальные и алюминиевые (диаметром до 40 м, высотой до 16 м).

По назначению различают элеваторы:

- хлебоприемные (емкостью 15...100 тыс. т) — принимают зерно от хозяйств, очищают от примесей, сушат, хранят и отгружают потребителю;
- производственные (10...150 тыс. т) — сооружают при мельницах, масло- и комбикормовых заводах и т. п.;
- перевалочные и портовые (50...250 тыс. т) — строят в местах перевалок зерна с одного вида транспорта на другой — на крупных железнодорожных станциях, в морских и речных портах.

Часто элеваторы выполняют несколько основных функций. Например, производственные элеваторы могут принимать зерно с железнодорожного транспорта, хранить, передавать на предприятия и выполнять хлебоприемные операции.

Подготовка хранилищ к приемке зерна нового урожая

В каждом хозяйстве перед уборкой урожая, его обработкой и размещением нужно провести необходимые профилактические мероприятия. К ним относят прежде всего тщательную механическую очистку всех объектов с последующим уничтожением (лучше всего сжиганием) сметок и негодных отходов. Используемые отходы должны быть обеззаражены и размещены на хранение в отдельном месте.

При подготовке хранилищ все объекты обследуют на зараженность и проводят их дезинсекцию. Перед дезинсекцией хранилища обязательно очищают. Во избежание распространения вредителей и пыли такую очистку выполняют с использованием промышленных пылесосов. При этом очищают стены, перегородки, полы, окна, двери, щиты и т. д. В складах со стационарными установками для активного вентилирования зерна и аэрожелобами очищают каналы и решетки этих установок. Одновременно со складами очищают все связанные с ними помещения и линии для обработки зерна.

Очистку элеваторов и зерносушилок начинают с верхних этажей. В силосах элеваторов особое внимание уделяют очистке конусов и выпускных отверстий, а также верхней части стенок и перекрытий силосов, где в результате конденсации влаги и скопления пыли образуется трудноудаляемая корка.

Очищенные объекты подвергают дезинсекции. Кузова автомашин и деревянный инвентарь промывают 15%-ным раствором каустической соды или кипятком. Тару можно прогреть в специальной камере при температуре выше 70 °С.

Склады обрабатывают средствами влажной, аэрозольной или газовой дезинсекции.

При влажной дезинсекции используют такие соединения, как фуфанон, сумитион, каратэ и др. (см. также гл. 9). Особое внимание обращают на тщательность обработки объектов, так как средства влажной дезинсекции эффективны только при непосредственном контакте с вредителями.

Для аэрозольной обработки хранилищ используют специальные дымовые шашки. Аэрозоли готовят также с применением специальных аэрозольных генераторов.

Газацию хранилищ можно проводить только при условии их достаточной герметичности. Крупные и достаточно герметичные зернохранилища обеззараживают, применяя квикфос, фостоксин, фоском. Газовую дезинсекцию должны проводить только подготовленные специалисты.

Особое внимание при подготовке хранилищ к приемке зерна нового урожая должно быть уделено дератизации, то есть борьбе с грызунами.

Контрольные вопросы

1. Классификация зернохранилищ по назначению и способам хранения зерна.
2. Какие особенности зерна учитывают при проектировании зернохранилищ?
3. Какие требования предъявляются к зернохранилищам?
4. Как определить вместимость склада с наклонным полом?
5. Классификация зернохранилищ сельскохозяйственного типа по степени механизации.
6. Особенности хранения зерна в бунтах.
7. Устройство элеваторов, их классификация.
8. Назначение силосного корпуса элеватора.
9. Какие мероприятия проводят в хранилищах перед приемкой зерна?





Глава 15.

ОСОБЕННОСТИ ПРИЕМКИ, РАЗМЕЩЕНИЯ, ХРАНЕНИЯ И ОБРАБОТКИ СЕМЕННОГО ЗЕРНА

Причины снижения посевных качеств семян при хранении

Теоретические основы хранения зерновых масс как продовольственного, так и семенного назначения остаются общими. Однако при хранении семенных фондов особое значение приобретает сохранение посевных качеств семян и их сортовой чистоты.

Независимо от режимов хранения семян важнейшей задачей является уберечь их от неблагоприятных воздействий, а также не только сохранить их всхожесть и энергию прорастания, но и улучшить эти показатели.

Рассматривая процессы, происходящие в зерновых массах при хранении, мы уже отмечали различные факторы, влияющие на посевные качества семян. Обобщая эти данные, можно сформулировать основные причины снижения всхожести семян, имеющие место в процессе хранения.

1. *Потеря семенами всхожести в результате отравления клеток продуктами своей жизнедеятельности.* При интенсивном дыхании семян с повышенной влажностью в насыпи скапливается углекислый газ, а в клетках семян начинается процесс анаэробного дыхания. Выделяющиеся при этом продукты, и прежде всего этиловый спирт, оказывают губительное действие на клетки зародыша, и семена быстро теряют всхожесть.

2. *Активное развитие микроорганизмов на семенах.* Это важнейший фактор, влияющий на сохранение семенами жизнеспособности. Если в период уборки урожая и последующего хранения семян были благоприятные условия для активного развития микроорганизмов, то снижение всхожести семян или ее полная потеря неизбежны. Решающее значение в снижении посевных качеств семян всех культур принадлежит плесневым грибам и среди них таким, как *Alternaria*, различ-

ным представителям родов *Aspergillus* и *Penicillium*. Защита семенных фондов от активного развития микроорганизмов на семенах является важнейшим мероприятием.

3. *Развитие клещей и насекомых.* Развитие в зерновой массе клещей и насекомых всегда сопровождается снижением как лабораторной, так и полевой всхожести. По действующему государственному нормированию зараженность партий посевного материала вредителями хлебных запасов не допускается. Заражение партии семян клещами переводит ее в третий класс.

4. *Самосогревание зерновых масс.* Ухудшает практически все качественные показатели зерна. Необходимо подчеркнуть, что уже начальные стадии развития процесса существенно снижают лабораторную и полевую всхожесть.

5. *Прорастание семян при хранении.* Это явление, недопустимое даже при хранении зерна продовольственного назначения. Оно должно быть абсолютно исключено при хранении семенных фондов.

6. *Действие на семена низких температур.* Это одна из причин потери семенами всхожести при хранении с повышенной влажностью. Чем выше влажность семян по сравнению с критической, тем заметнее воздействие на них отрицательной температуры. Многие семена, имея влажность 20...22%, теряют всхожесть при температуре $-5...-10^{\circ}\text{C}$ в течение короткого периода хранения. Необходимо также отметить, что переохлаждение сухих семян тоже нежелательно. Оно приводит к значительным перепадам температур в весенний период, что способствует возникновению процесса самосогревания.

7. *Отрицательные воздействия обработки семян.* Технологические приемы обработки партий семян для доведения их до лучших посевных кондиций и лучшей сохранности могут влиять на всхожесть и энергию прорастания семян. Так, в процессе очистки от примесей возможно травмирование семян и даже отделение зародыша. Сушка семян в зерносушилках без учета их ботанических и физических свойств, исходной влажности, типа зерносушилок и режимов сушки тоже является одной из причин снижения посевных качеств. Обеззараживание семян химическими средствами в случае их неправильного применения также сопровождается потерей всхожести.

8. *Сроки хранения.* Семена характеризуются определенной долговечностью, поэтому с удлинением срока хранения постепенно снижается и их всхожесть.

Таким образом, в практике хранения семян встречаются партии, обладающие различными посевными качествами. Все их можно разделить на три группы.

I. Партии с высокой всхожестью и энергией прорастания, отвечающие по этим показателям требованиям первого класса. При хранении этих партий задача состоит в том, чтобы сохранить их всхожесть и энергию прорастания на высоком уровне.

II. Партии с пониженной всхожестью и энергией прорастания вследствие состояния покоя семян. По таким партиям прежде всего необходимо выявить жизнеспособность семян и провести мероприятия, направленные на повышение их всхожести и энергии прорастания.

III. Партии с пониженной всхожестью и энергией прорастания или утратившие их совсем вследствие потери жизнеспособности. Они теряют значение как семенной материал и могут быть реализованы на другие нужды.

Приемка свежесобранных семян

До начала поступления сортовых и гибридных семян составляют план их размещения по семяохранилищам. После этого подготавливают необходимое количество щитов, мешков, этикеток, пломб и бланков сортовых документов.

Семена, поступающие на хлебоприемные предприятия, должны иметь сопроводительные документы установленной формы, которые являются основанием для выплаты сортовых надбавок. Семена элиты всех культур сопровождают аттестатом на семена. Сортовые классные семена первой и последующих репродукций должны иметь свидетельство на семена. Семена первой и последующих репродукций, не отвечающие нормам стандартов на сортовые и посевные качества по чистоте и влажности, должны иметь сортовое удостоверение.

При сдаче сортовых семян, не проверенных на всхожесть, хозяйства обязаны предъявить результаты анализа на жизнеспособность семян, проведенного Государственной семенной инспекцией. Принимать и размещать сортовые семена без соответствующих документов и анализов запрещено.

При отсутствии сопроводительного сортового документа партию принимают как рядовое зерно и сортовую надбавку не выплачивают. При приемке сортовых семян лаборатория хлебоприемного предприятия в присутствии сдатчика обязана проверить соответствие записи в сортовом документе на привезенные семена актам апробации. Сортовые документы, получаемые при приемке семян от сдатчика, хранят в бухгалтерии хлебоприемного предприятия.

Размещение и хранение семян

Семена следует размещать и хранить в специальных хранилищах, обеспечивающих их полную сохранность и исключающих засорение другими культурами или сортами. Семена элиты и первой репродукции принимают в мешках за пломбами хозяйств, вырастивших их.

Отдельно от незараженных и незасоренных размещают партии семян, пораженные пыльной головней до 1% и от 1 до 2%: для проса и овса — до 1%, от 1 до 2% и от 2 до 5%. Кроме того, отдельно размещают семена, имеющие примесь головневых мешочков или рожков спорыньи в допустимых пределах, а также горох с примесью пелюшки, чечевицы и плоской вики.

Для семян второй и последующих репродукций всех культур допустимо объединять мелкие партии семян одной и той же культуры, репродукции, класса, состояния по влажности, засоренности, заготовленные в разных хозяйствах. При этом процент сортовой чистоты объединенной партии указывают по низшему показателю, а посевные качества семян — по данным анализа образцов, отобранных от этой партии.

Категорически запрещается объединять партии разных классов или категорий сортовой чистоты для получения семян среднего качества.

Запрещается смешивать партии семян, поступающих из других областей, с местными семенами тех же сортов, а также семена нового урожая с семенами урожая прошлых лет.

Для предотвращения смешивания или засорения запрещается складывать в смежных закромах или штабелях семена двух сортов одноименной культуры, а также семена трудноотделимых друг от друга культур, например ржи и пшеницы, пшеницы и ячменя и т. д.

Смежные закрома с различными культурами недогружают доверху минимум на 15 см.

При размещении нескольких партий сортовых семян в зерновых складах, не имеющих закромов, можно использовать хлебные щиты. При этом временные закрома, образованные хлебными щитами, обязательно должны быть отделены друг от друга проходами шириной не менее 1 м.

Семена элиты и первой репродукции хранят в новой таре за пломбами хозяйств, вырастивших эти семена. Сортовые семена второй и последующих репродукций, как правило, хранят насыпью и в отдельных случаях — в мешках.

На каждую партию размещенных в зернохранилищах в мешках или насыпью семян на видном месте прикрепляют штабельный ярлык.

При хранении сухих семян в таре допустима определенная высота штабеля. В зависимости от температуры хранения и культуры эта высота установлена от 4 до 8 рядов мешков.

При хранении сухих семян насыпью независимо от культуры допускается полная загрузка складов (у стен 2,5 и в центре — до 5 м) оборудованными установками для активного вентилирования, при условии обеспечения наблюдения за состоянием и качеством семян по всем слоям насыпи.

В силосах при хранении сухих семян зерновых, бобовых культур и подсолнечника допускается высота насыпи не более 12 м.

Временное (до сушки) хранение семян с повышенной влажностью допускается только в складах и закромах, оборудованных установками для активного вентилирования.

Анализ причин, влияющих на всхожесть и энергию прорастания семян, показывает, что основной режим хранения — это хранение в сухом, очищенном и охлажденном состоянии. В зависимости от сроков хранения влажность семян должна быть различной. Длительное хранение семян возможно при их влажности ниже критической на 2%. Непродолжительно хранят семена при влажности на 1...1,5% ниже критической.

Охлаждать семена при хранении следует до температуры 5...10 °С и ниже.

Семена различных культур как объекты хранения имеют свои особенности, которые следует учитывать при хранении.

Семена кукурузы. Их обычно обрабатывают на семяобработывающих заводах различной производительности, где имеется все необходимое оборудование для очистки, сушки, калибровки и затаривания семян в мешки.

В осенний же период кукуруза на хлебоприемные пункты на хранение поступает в початках, которые имеют высокую влажность зерна и стержня. Кроме этого, каждая партия содержит початки с зернами разной спелости, а также початки, пораженные плесневыми грибами.

К существенным особенностям, влияющим на устойчивость початков кукурузы при хранении, относят соотношение массы зерна и стержня, зародыша и остальной части зерновки, гигроскопические свойства початка, а также скважистость и теплопроводность насыпей кукурузы.

Зерно кукурузы дышит более энергично, чем зерно других злаков. Это объясняется повышенной гигроскопичностью зерен кукурузы в результате сильно развитого зародыша, который составляет 8...15% массы зерна, или 1/9 объема. В свежубранных початках кукурузы стержень имеет более высокую влажность, чем зерно. Обертки, имея большую

гигроскопичность, ухудшают условия хранения кукурузы и повышают ее дыхание.

Плесневые грибы быстро развиваются на початках при влажности выше 16%. На початках и зерне влажностью ниже 14...15% активное развитие микроорганизмов заторможено. Понижение температуры до 0 °С также замедляет развитие плесеней. Особенно быстро развиваются плесени на початках, не освобожденных от оберток, что приводит к их полному плесневению.

На хлебоприемные предприятия в основном поступает зубовидная, полужубовидная и кремнистая кукуруза. Кукуруза различных типов вследствие особенностей строения зерна и неодинаковой гигроскопичности хранится по-разному. Кремнистая кукуруза в меньшей степени подвержена воздействию внешней среды и грибных заболеваний. Кукуруза зубовидная, и особенно мучнистая, менее стойкая.

Рис. При хранении необходимо учитывать особенности зерна риса. Одни из основных причин быстрого самосогревания и связанного с ним поражения зерен риса — повышенные влажность и температура в период заготовок. Другая особенность — высокая интенсивность дыхания сырого и влажного свежесобранного риса и, как следствие, повышенное выделение теплоты и паров воды. Связано это с незавершенностью процесса послеуборочного дозревания в период заготовок.

Хрупкость зерновок и повышенная подверженность трещинообразованию в процессе послеуборочной обработки приводят не только к ухудшению посевных качеств, но и снижению выхода целого ядра при переработке зерна риса.

Семена масличных культур. Для них характерно высокое содержание жира, поэтому хранить семена масличных культур сложнее, чем семена злаковых.

Благодаря большому содержанию в семенах масличных культур жира их равновесная влажность значительно ниже, чем злаковых. При этом интенсивность биохимических превращений, в первую очередь дыхание, определяется не общей влажностью семян масличных культур (8...10%), а влажностью их гидрофильной части (14,5%). Таким образом, предельная влажность, при которой семена масличных культур стойки при хранении, значительно ниже, чем у зерен злаковых или бобовых. Поэтому для семян масличных культур при хранении устанавливается пониженная влажность (7...8%).

На сохранность семян масличных культур большое влияние оказывает повышенное содержание шелушенных и битых семян. Эти семена быстро плесневеют, у них в первую очередь поражается зародыш. Жир быстро прогоркает, так как доступ воздуха к нему облегчен из-за отсут-

ствия плодовой оболочки. Поэтому битые и шелушенные зерна относят к масляной примеси, строго ограничиваемой при приемке.

Необходимо также учитывать, что большинство масляных культур убирают в поздние сроки, когда количество осадков резко увеличивается. Как следствие этого, на хранение часто поступают семена с повышенной влажностью, сохранность которых требует особого внимания.

В семенах масляных культур с повышенной влажностью самосогревание протекает особенно быстро. Это объясняется тем, что дыхание семян происходит в основном за счет жира, который при окислении выделяет больше теплоты, чем окисляющиеся при дыхании углеводы. Самосогревание семян резко снижает их посевные качества: ядро темнеет, масло прогоркает и качество его значительно снижается.

Из масляных культур особое внимание при хранении должно быть уделено семенам рапса, сои и клещевины. Основное условие обеспечения их сохранности — доведение до сухого состояния.

Химический состав сои обуславливает малоустойчивость этой культуры при хранении. Семена сои способны очень быстро поглощать влагу из окружающего воздуха. Нормальное хранение зрелых и очищенных от примесей семян сои возможно лишь при влажности не выше 10...12%. Эти пределы влажности критические.

Наличие большого количества белка создает условия для развития плесневых грибов, особенно на поврежденных семенах, так как целые семена защищены прочными оболочками. Поэтому поступающие на хранение семена сои необходимо отделять от битых и поврежденных семян. Перемещать семена сои следует осторожно, чтобы не повредить оболочки.

Существуют определенные трудности при хранении и обработке клещевины. Связаны они с тем, что шахтные сушилки не приспособлены для ее сушки.

Клещевину сушат в насыпи установками для активного вентилирования или в камерных сушилках. После такой сушки в насыпи часто остаются участки с повышенной влажностью.

Семена клещевины очень хрупкие, легко повреждаются при обмолоте, очистке и транспортировании, что создает дополнительные трудности при ее хранении. Особенно повреждаются влажные и сырые семена.

При хранении семян клещевины следует иметь в виду, что они содержат ядовитое вещество рицин, которое, попадая в организм человека или животного, вызывает тяжелое заболевание. В связи с этим при работе с клещевинной необходимо строго соблюдать меры предосторожности.

Гречиха и просо. Повышенная влажность собранного зерна гречихи и проса может быть причиной высокого содержания в нем испорчен-

ных и проросших зерен. Особенно низка устойчивость при хранении у партий зерна с высоким содержанием шелушенных зерновок. В таких семенах быстрее развиваются микроорганизмы; в них ускорены процессы гидролитического и окислительного распада жира, что приводит к появлению прогорклого вкуса.

Партии принимаемого проса, содержащие испорченные зерна (пятна на поверхности ядра), сушат в первую очередь. Просо различных типов, отличающихся по цвету и сортам, размещают раздельно.

При перемещении и обработке гречихи и проса уменьшают высоту падения зерна и строго соблюдают действующие инструкции по режимам сушки зерна.

Зерно гречихи и проса, предназначенное для текущего потребления (срок хранения не более одного года), следует сушить до влажности не ниже 13,5%, так как переработка более сухого зерна снижает выход крупы.



Обработка семенного зерна

Сохранность семенного материала в значительной мере зависит от его правильной и своевременной послеуборочной обработки.

После обработки посевные качества семян должны соответствовать требованиям государственных стандартов. Поэтому в процессе их обработки контролируют влажность, всхожесть, чистоту, содержание семян культурных и сорных растений, потери полноценных семян в отходы, травмирование и т. д.

Зерновой ворох при предварительной очистке разделяют на две фракции — обработанные семена и отходы. При этом из вороха должно быть выделено не менее 50% примесей. В материале, прошедшем предварительную очистку, содержание солоmistых частиц длиной до 50 мм не должно быть более 0,2%; частицы длиной свыше 50 мм не допускаются. Содержание семян основной культуры в отходах не должно превышать 0,05% от их массы в исходном материале.

После предварительной очистки семена направляют на сушку. Однако в период массовой уборки количество поступающих на обработку семян, как правило, превышает пропускную способность сушилок. Для обеспечения сохранности влажных семян в период до сушки их вентилируют на напольных установках или в бункерах. Активное вентилирование широко применяют и для сушки семян, особенно при обработке высококачественного материала.

Сушка семян — наиболее сложная и ответственная операция их послеуборочной обработки. Правильно проведенная сушка позволяет

сохранить свежееубранные семена, а также улучшить их посевные качества путем ускорения послеуборочного дозревания и выравнивания семенной массы по влажности и степени зрелости отдельных зерен.

После сушки проводят первичную очистку семян. Первичной очистке подвергают семенной материал влажностью не более 18 %.

При очистке его разделяют на следующие фракции: обработанные семена; фуражные отходы; крупные, легкие и мелкие примеси. При первичной очистке должно быть выделено не менее 60 % примесей.

Потери семян основной культуры в фуражные отходы, крупные и легкие примеси не должны превышать 1,5 %, а в мелкие примеси — 0,05 % от массы семян в исходном материале.

При необходимости после первичной очистки проводят очистку семян на триерах. При этом выделяют длинные и короткие примеси. Содержание семян основной культуры в отходах не должно превышать 3 % от их массы в исходном материале. Количество выделенных примесей должно быть не менее 80 %.

Семенной материал при вторичной очистке разделяют на фракции: очищенные семена, зерновые примеси, аспирационные отходы и крупные примеси. Семенной материал после его обработки не должен иметь примесей более 1 %, а содержание семян других растений не должно превышать нормы второго класса стандарта. Потери семян основной культуры допускаются в количестве не более 4 %.

В случае наличия в семенной массе трудноотделимых примесей (овсюга, спорыньи, проросших семян и др.) очистку семян продолжают на пневматическом сортировальном столе. После обработки на столе семена должны отвечать требованиям первого класса.

Очищенные семена либо затаривают в мешки, либо закладывают на хранение насыпью.

Семена в мешках хранят в соответствии со следующими правилами: мешки укладывают только на настилы или стеллажи из досок, расположенные на высоте не менее чем 0,1 м от пола; мешки необходимо укладывать в штабель двойником или тройником (но не пятериком), причем все мешки кладут на ребро; проходы между штабелями, а также проходы между штабелями и стенами должны быть не менее 0,7 м, а промежутки между штабелями для операции прием-отпуск и проезда автопогрузчика — 4,5 м.

Контроль качества семян при хранении

Для сохранности качества семян с момента их поступления на хранение необходимо установить систематический контроль за температу-

рой, влажностью семян и окружающего воздуха, показателями свежести семян, зараженностью и всхожестью.

Контроль проводят по каждой отдельной партии — штабелю, силосу, складу. Поверхность насыпи больших партий в складах условно разбивают на секции площадью не более 50 м², за каждой из которых ведут наблюдение.

Температуру семян в складе при высоте насыпи более 1,5 м определяют термоштангами не менее чем в трех уровнях: на глубине 30...50 см от поверхности, в середине насыпи и у пола. При высоте насыпи не более 1,5 м температуру семян определяют в верхнем и нижнем слоях. После каждого определения температуры семян термоштанги представляют на расстояние 2 м друг от друга в шахматном порядке.

Температуру в силосах определяют при помощи установок для дистанционного контроля. Закладывать семена в силосы без таких установок не рекомендуется.

Температуру семян измеряют в определенные сроки в зависимости от влажности семян, срока хранения и температуры (ежедневно или 1 раз в 2...15 дней).

Влажность семян, хранящихся насыпью, контролируют не реже двух раз в месяц, а также после каждого перемещения и обработки. Влажность определяют по образцам, взятым в каждой секции склада в соответствии со стандартами на методы отбора образцов, а в силосе — в верхнем слое насыпи на глубине до 3 м.

Семена, хранящиеся насыпью, на зараженность вредителями хлебных запасов следует проверять в зависимости от температуры и влажности 1 раз в 5...10 дней.

Всхожесть хранящихся семян проверяют в Государственной семенной инспекции или лаборатории хлебоприемного предприятия не реже одного раза в два месяца. Кроме того, семена, независимо от проверки их всхожести в лаборатории предприятия, должны пройти полный анализ в Государственной семенной инспекции.

Для контроля за состоянием семян, хранящихся в тканевых мешках, через каждые 15 сут при температуре семян свыше 10 °С и через каждые 30 сут при температуре ниже 10 °С из мешков отбирают образец, по которому лаборатория хлебоприемного предприятия проверяет цвет, запах, влажность и зараженность вредителями хлебных запасов.

На каждую партию семян лаборатория выписывает штабельный ярлык, в котором указывает культуру, сорт, репродукцию, категорию, сортовую чистоту, класс семян и др.

Штабельные ярлыки сдают заведующему складом, который вывешивает их в складе возле хранящейся партии семян.

Контрольные вопросы

1. Основные причины снижения всхожести семян при хранении.
2. Особенности хранения партий семян, имеющих различные посевные качества.
3. Какие сопроводительные документы должны иметь сортовые семена?
4. Правила размещения партий семян в зернохранилищах.
5. Какие мероприятия выполняют для предотвращения смешивания партий семян?
6. Как хранят (временно) семена с повышенной влажностью?
7. Особенности хранения семян кукурузы и риса.
8. Какие процессы протекают в семенах масличных культур при хранении?
9. Правила размещения семян гречихи и проса.
10. На какие фракции разделяют семенное зерно при очистке?
11. Как проводят очистку партий семян, имеющих трудноотделимые примеси?
12. Виды и периодичность контроля за хранящимися семенами.



Глава 16.

ДЕФЕКТНОЕ ЗЕРНО, ЕГО ХРАНЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Дефекты зерна, вызванные неблагоприятными погодными условиями в период вегетации

Зерно как живая биологическая система легко подвержено действию неблагоприятных внешних факторов, что приводит к снижению его качества и ухудшению технологических достоинств. Ухудшившееся качество зерна усложняет его хранение и переработку и влияет на качество готовой продукции. Различают следующие повреждения зерна: 1) в поле и при уборке урожая; 2) при неблагоприятных условиях хранения.

К поврежденному в поле относят зерно проросшее, морозобойное, суховейное, поврежденное полевыми вредителями, болезнями и сорными растениями, перезимовавшее в поле, получившее механические повреждения, а также обесцвеченное и потемневшее.

Виды повреждения зерна при хранении: прораствание, самосогревание, порча сушкой и вредителями хлебных запасов, повреждение микроорганизмами.

Прораствание зерна. Прораствание зерна представляет собой процесс, обратный созреванию. Главная его особенность — распад в эндосперме и семядолях высокомолекулярных веществ до низкомолекулярных.

Если для развития растения прораствание семени является обязательным этапом жизненного цикла, то для хранения и промышленной переработки — процессом нежелательным, приводящим к снижению его качества и порче. Мука из проросшего зерна имеет сладковатый вкус. Зерно увеличивается в объеме, снижается его сыпучесть, резко повышается количество редуцирующих сахаров. Основной показатель биохимического изменения в прорастваемом зерне — изменение действия ферментов. Особенную активность приобретает α -амилаза.

Сухая масса зерна при прораствании очень сильно уменьшается, так как в этот период зерно теряет большое количество содержащихся в нем органических веществ. Потери образуются в результате происходящего при прораствании повышения интенсивности дыхания. Поэтому проросшее зерно хранить значительно труднее, чем нормальное.

Особенно легко прорастает зерно ржи, что вызвано коротким периодом покоя семян этой культуры. В проросшем зерне ржи повышается ферментативная активность, возрастает общее количество водорастворимых веществ, декстринов и восстанавливающих сахаров. Все эти изменения резко ухудшают хлебопекарные качества.

Для хлебопекарного достоинства пшеницы существенное значение имеет прежде всего содержание и качество клейковины. Качество клейковины и, следовательно, сила муки при прорастании зерна изменяются у сильной и слабой пшеницы по-разному: у слабой — в большей степени, у сильной — в меньшей. Пшеничная мука из проросшего зерна дает неудовлетворительный по качеству хлеб с липким (пониженной эластичности) сладковатым мякишем и характерной коркой красновато-бурой окраски.

По стандарту проросшее зерно подразделяется на две группы: одна из них входит в состав зерновой примеси, вторая — основного зерна. К основному зерну относятся зерна с начавшимся процессом прорастания, то есть только наклюнувшиеся, с лопнувшими над зародышем оболочками, с не вышедшим еще наружу ростком.

Фракцией зерновой примеси считают проросшие зерна с корешками и ростками, вышедшими за пределы лопнувших над зародышем оболочек, независимо от их длины. К зерновой примеси также относят проросшие зерна, утратившие ранее вышедшие наружу ростки и корешки, зерна, деформированные вследствие прорастания, и с изменившейся окраской.

Проросшее зерно рекомендуется хранить в сухом помещении. Партии зерна с различной степенью повреждения желательнее хранить отдельно. Для снижения ферментативной активности применяют сушку проросшего зерна при более высокой температуре, чем нормального. Важно при этом не допускать ухудшения качества клейковины.

Наиболее эффективное средство для улучшения качества клейковины хлеба при переработке муки из проросшего зерна пшеницы на хлебозаводе — повышение кислотности теста на $1...2^{\circ}$, чего можно достигнуть путем применения жидких дрожжей. При этом активность α -амилазы снижается, а состояние мякиша соответственно улучшается.

Для улучшения качества ржаной муки из проросшего зерна его сушат при повышенной температуре ($65...70^{\circ}\text{C}$) или подвергают гидротермической обработке (перед размолом увлажняют до $23...25\%$ и прогревают при $75...78^{\circ}\text{C}$ в течение примерно 2 мин). Продолжительность хранения муки из ржи, содержащей проросшие зерна, не должна превышать $2...3$ нед. Оправдало себя добавление к такой муке $5...10\%$ пшеничной муки.

Зерно морозобойное. В период созревания зерна преимущественно в северной полосе Российской Федерации бывают ранние заморозки. Наиболее пагубно влияют они на зерно пшеницы.

Повреждение созревающего зерна морозом понижает урожайность, ухудшает мукомольные и хлебопекарные качества зерна, затрудняет его хранение, ухудшает качество посевного материала.

Зерно середины восковой и более ранних стадий спелости не повреждается при температурах до $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, незначительно повреждается от -2 до $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ и сильно повреждается при более низкой температуре: оно становится более морщинистым и приобретает серо-зеленый цвет.

Основная причина повреждения не полностью созревшего зерна заморозками — это прекращение или замедление процессов синтеза при одновременном усилении процессов гидролиза. Для морозобойного зерна характерна незавершенность процесса биосинтеза белков и полимерных углеводов.

Хлебопекарные качества морозобойного зерна резко ухудшаются: хлеб получается с заминающимся мякишем, темный, с плохой пористостью и солодовым привкусом. Для морозобойного зерна характерна повышенная интенсивность дыхания, подверженность самосогреванию, развитию на нем микроорганизмов, особенно плесени, что усложняет его хранение.

При переработке морозобойного зерна пшеницы применяют ряд методов, в частности его подсортировывают к зерну нормального качества. Хороший результат дает отбор щуплых зерен, поскольку примесь именно такого зерна особенно заметно ухудшает качество муки.

Качество морозобойного зерна можно улучшить тепловой обработкой: при влажности до 16 % зерно нагревают до $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, при влажности 19 % и выше — до $40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Зерно морозобойной пшеницы сушат с учетом его влажности при режимах, рекомендуемых для пшеницы с крепкой клейковиной.

Зерно, прошедшее обработку, размещают и хранят отдельно по категориям качества и в пределах каждой категории отдельно по влажности.

При работе с мукой из морозобойного зерна также следует применять подсортировку муки разного качества.

Основным мероприятием служит повышение кислотности для снижения действия α -амилазы. Для этого тесто готовят на жидких дрожжах или на специальных молочнокислых заквасках.

Зерно промороженное. В нашей стране до 40 % запасов зерна хранится при минусовых температурах. Поэтому важно знать, как ведет себя зерно, если его хранить при минусовой температуре.

Семенные достоинства сухого зерна (всхожесть, энергия прорастания и сила роста) при хранении в замороженном состоянии не снижаются. На зерно влажное и сырое минусовые температуры действуют губительно: всхожесть и энергия прорастания снижаются. Технологические достоинства замороженного зерна также ухудшаются. При этом снижается содержание клейковины, и она становится более крепкой.

При замораживании до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже в клейковинном белке происходит частичная денатурация. Это влечет за собой снижение выходов муки высоких сортов и ее качества (зольность повышается на 0,02...0,06 %).

Для исправления технологического достоинства зерна пшеницы его перед размолотом необходимо прогреть до температуры не ниже $15\text{ }^{\circ}\text{C}$. В этом случае практически полностью восстанавливаются его технологические качества. Того же результата можно достичь при помощи гидротермической обработки зерна.

Зерно суховейное. Зерно пшеницы, захваченное суховеем на стадии ранней молочной спелости и позднее, становится щуплым. Чем раньше зерно захвачено суховеем, тем больше уменьшается его масса.

Действие суховея заключается в основном в ускорении созревания зерна. В зависимости от степени зрелости зерна в момент захвата суховеем скорость дальнейшего поступления питательных веществ снижается на 40...60 %. Под влиянием суховея значительно увеличивается стекловидность зерна пшеницы. Из суховейного зерна можно получать хлеб удовлетворительного качества. Ущерб от суховея заключается в резком снижении урожая и уменьшении выхода муки и крупы, поскольку относительная величина его периферийных слоев и, следовательно, отрубей больше, а доля мучнистого ядра меньше, чем в нормально выполненном зерне.

Стекание зерна. Нередко наблюдается, что во время уборки зерно становится щуплым и на его поверхности появляются мучнистые пятна. Это явление называется стеканием зерна. В результате заметно снижается урожай, уменьшается энергия прорастания и всхожесть, ухудшаются технологические качества. В условиях влажной погоды, сильных рос и туманов истекание зерна протекает в виде своеобразного двухфазного заболевания.

В первой, неинфекционной, фазе увлажнения зерна, особенно во время молочной и восковой спелости и в валках, в зерне резко возрастает (в 2,5 раза) активность амилаз. Накопление водорастворимых веществ повышает осмотическое давление в клетках, что усиливает приток воды в них с влажной поверхности зерна; в результате из зерна выделяются сахара и азотистые вещества и оно обедняется питательными веществами. Растворы веществ смачивают поверхность зерна, а также

пленки и стебель колоса. При интенсивном развитии процесса колос на вкус становится сладковатым.

Одновременно в зерне усиливается дыхание. Синтезируемая при дыхании вода дополнительно увлажняет зерно, что еще больше усиливает гидролитические и окислительные процессы.

Нарастание процессов в неинфекционной фазе способно за 1...3 сут привести к большим потерям массы, снижению урожая, ухудшению его посевных, технологических и кормовых качеств.

Для второй, инфекционной, фазы болезни характерно заселение колосьев и зерен грибами. При их развитии появляются черные точки или пятна. При глубоко зашедшем процессе на зерне и на колосовых пленках появляется сплошной налет плесени. Грибы, разрастаясь, быстро внедряются и во внутренние ткани зерна.

К числу практических мер по защите урожая от стекания зерна относятся проведение уборки и послеуборочной обработки зерна в сжатые сроки; максимальное сокращение разрыва между жатвой и обмолотом валков при раздельной уборке. Важное значение имеют режимы минерального питания, применение ретардантов, селекция зерновых культур на устойчивость к стеканию.

Зерно пожелтевшее. Пожелтение зерна наиболее характерно для риса. Примесь пожелтевших зерен в крупе портит внешний вид готовой продукции, придает крупе неприятный вкус, запах и ухудшает кулинарные свойства.

При содержании в партии риса от 0,5 до 2 % пожелтевших зерен невозможна выработка крупы высшего сорта. При содержании пожелтевших зерен более 5 % невозможно получить крупу даже второго сорта.

Процесс пожелтения зерна риса начинается, когда валок лежит на мокрой почве или смачивается осадками. При длительном хранении интенсивность окраски возрастает. Гибель зародыша также способствует пожелтению.

Условия, благоприятные для пожелтения, — это повышенные влажность риса (более 20 %) и температура (30 °С и выше). В результате накопления продуктов распада белков и углеводов происходит реакция меланоидинообразования, что и приводит к пожелтению зерна риса.

По химическому составу пожелтевшие зерна риса значительно отличаются от нормальных. Содержание сахарозы в них в 10 раз меньше, а глюкозы и фруктозы, наоборот, выше в 2...3 раза. В желтом зерне уменьшается содержание белков при одновременном возрастании небелкового азота. Состав белков также значительно изменяется.

Основное средство предотвращения пожелтения риса при хранении — полное исключение самосогревания, своевременная сушка,

соблюдение режимов хранения, в частности правильное применение вентилирования и охлаждения.

Зерно, поврежденное вредителями и микроорганизмами

Зерно, поврежденное клопом-черепашкой. Зерно, поврежденное клопом-черепашкой до восковой спелости, ссыхается и становится шуплым. Если зерно повреждено в стадии восковой спелости, то на его поверхности появляется темная точка укуса, окруженная резко очерченным пятном сморщившейся и беловатой оболочки. Эндосперм в месте укуса легко разрушается при надавливании. Клопы-черепашки на 70...80 % наносят уколы в зоне зародыша, что приводит к снижению или потере всхожести. При повреждении зерна в области зародыша полевая всхожесть семян снижается на 38 %, при повреждении эндосперма — на 4 %.

Ухудшение качества зерна при поражении происходит под влиянием мощных протеолитических ферментов, выделяемых слюнными железами вредной черепашки при укуле. В то же время ферменты могут гидролизировать как белки, так и углеводы. При этом в зерне резко повышается интенсивность дыхания.

Мука из зерна, поврежденного клопом-черепашкой, имеет низкие хлебопекарные качества. Клейковина разрушается. В пораженном зерне она не отмывается, в частично пораженном — ее количество уменьшается и качество резко ухудшается. Тесто становится жидким, с темной коркой.

Сильная пшеница при поражении клопом-черепашкой уже на 3...4 % переходит в группу слабой. Качество клейковины заметно изменяется даже при небольшом повреждении зерна (1 %), количество же ее может сохраняться при более глубоком повреждении (до 4 %).

Клопами, кроме пшеницы, могут повреждаться и другие культуры. В частности, семенам подсолнечника может наносить сильные повреждения ягодный клоп. При этом уменьшается масса 1000 семян, на 40...45 % снижается энергия прорастания и всхожесть, резко падает масличность (до 9 %), значительно ухудшается качество масла.

Для улучшения технологического достоинства зерна пшеницы, пораженного клопом-черепашкой, его смешивают со здоровым зерном. Однако клейковина большинства сортов легко расщепляется, ограничивая эффект улучшения при смешивании. Поэтому приходится очень осторожно и только после тщательной опытной проверки вводить пораженное зерно в смесь.

Целесообразно при подготовке партий пшеницы к помолу выделять наиболее легкие и шуплые зерна, образовавшиеся при раннем повреждении.

Качество клейковины зерна, пораженного клопом-черепашкой, может быть улучшено термической обработкой — нагреванием при температуре 70...80 °С в течение нескольких часов. При длительном хранении пораженного зерна, и особенно муки, активность протеаз ослабляется и хлебопекарное достоинство улучшается.

Методы, позволяющие повысить качество хлеба из зерна, пораженного клопом-черепашкой, заключаются в следующем: повышение кислотности теста, резко тормозящей протеолиз; увеличение количества соли в тесте, улучшающее физическое состояние клейковины.

Зерно с горькополынным вкусом и запахом. В посевах зерновых культур часто встречается такое сорное растение, как полынь горькая. При уборке соцветия полыни попадают в зерно. Оно приобретает специфический полынный запах и сильную горечь. Такое зерно принято называть горькополынным. Горькополынное зерно дает горькую муку; горечь сохраняется и при выпечке хлеба.

Запах горькополынного зерна обусловлен эфирными маслами, входящими в состав соцветий полыни, горький вкус — другими веществами. Горькое вещество полыни выделено и называется абсинтином.

Наибольшее количество абсинтина концентрируется в периферийных слоях зерна. Степень горечи зерна возрастает с увеличением его влажности. Зерно приобретает горечь двумя путями — накоплением полынной пыли на поверхности зерна и проникновением в зерновку растворенного в воде абсинтина. Механическое удаление полынной пыли отвеиванием значительно снижает горечь зерна. Мойка зерна теплой водой перед помолом позволяет полностью удалить абсинтин из зерна. Используя эти приемы очистки горькополынного зерна, из него можно получать нормальную по вкусу и запаху муку.

Зерно с черными зародышами. В районах Западной и Восточной Сибири на больших площадях наблюдается заболевание зерна пшеницы, называемое черным зародышем. Болезнь снижает валовые сборы и качество зерна. Черный зародыш поражает также рожь и ячмень. Признаки болезни — бурая, темно-коричневая или черная окраска оболочек зародышевого конца зерна. Болезнь вызывают главным образом грибы родов *Alternaria* (альтернариоз) и *Helminthosporium* (гельминтоспориоз). В отдельных случаях встречаются партии зерна, в которых пораженные семена составляют 50...60 %.

Зерно с черным зародышем не токсично и может быть использовано в продовольственных целях. Но при большом содержании пораженного

зерна товарный вид продукции ухудшается. Зерно с черным зародышем не рекомендуется хранить более одного года. Размещать его следует в зависимости от содержания пораженных зерен отдельно. Из партий с примесью пораженных зерен, кроме того, выделяют для отдельного хранения партии твердой пшеницы, используемой для изготовления макарон, содержащие зерна с черным зародышем до 8%, а также партии мягкой пшеницы, используемой для хлебопечения, с содержанием пораженных зерен до 30%. Эти партии зерна перерабатывают в муку без предварительного смешивания. Во всех остальных случаях партии зерна с черным зародышем следует перерабатывать в муку только в смеси с нормальным зерном.

Микотоксикозы. Зерно, перезимовавшее в поле. Источниками вредных для человека и животных веществ в зерне могут быть болезни растений во время их роста и развития; остаточное количество ядохимикатов; ядовитые вещества, продуцируемые в зерне при его уборке и хранении в результате развития микроорганизмов и вредителей.

При развитии некоторых грибов на злаках зерно приобретает токсические свойства. Употребление в пищу такого зерна вызывает у людей и животных болезни, называемые микотоксикозами.

В хозяйственной практике бывают единичные случаи, когда по ряду причин неубранные посевы зимуют в поле. Перезимовавшее в поле зерно может стать ядовитым. При употреблении в пищу такого зерна отмечены массовые заболевания людей, сопровождающиеся высокой смертностью. Наиболее токсичны перезимовавшие под снегом просо, гречиха, менее токсичны пшеница, рожь, ячмень и др.

При использовании ядовитого зерна на кормовые цели наблюдаются заболевания и падеж животных. Перезимовавшее, но сохранившее способность к прорастанию зерно не содержит токсических веществ.

Зерно приобретает ядовитые свойства не только после перезимовки под снегом. Влажное зерно может поражаться грибами и становиться токсичным: при хранении в поле в зимний период в обмолоченном виде, когда оно сложено в большие бунты и долгое время лежит под дождем; когда при запоздалой уборке оно собрано в неблагоприятных метеорологических условиях.

Во всех случаях подозрительности или видимой повышенной обсемененности грибами зерно и продукты его переработки должны быть проверены в лаборатории на токсичность. Для этого отбирают пробы в соответствии с установленными правилами и направляют их на исследование в санитарно-эпидемиологическую лабораторию.

Зерно, пораженное фузариозом. Существует несколько видов грибов из рода *Fusarium*, поражающих злаковые растения. Рост грибов из рода

Fusarium на зерне ржи, пшеницы, ячменя и бобовых культур приводит к ухудшению качества зерна и значительному изменению его химического состава.

Зерно, пораженное фузариозом, несет в себе ядовитое начало. Мука, полученная из зерна, содержащего мицелий гриба, непригодна для питания. Хлеб вызывает болезнь, называемую «пьяным хлебом», — отравление, похожее на опьянение: появляется дурнота, головокружение, рвота, сонливость, скованность походки. При скармливании животным зерна, сильно пораженного грибом, наступает отравление, сопровождающееся пищеварительными и тяжелыми нервными расстройствами.

В практике для использования зерна, пораженного фузариозом, его примешивают к партиям здорового зерна. Количество фузариозного зерна, добавляемого к нормальному, рассчитывают в зависимости от степени пораженности зерна в зараженной партии. Для пищевого зерна максимум фузариозного поражения не должен превышать 1 %.

При скармливании фузариозного зерна скоту его в небольших количествах добавляют к здоровому. Еще лучше прогреть больное зерно в сухом виде при температуре 80...90 °С в течение 2...3 ч.

К мерам борьбы с фузариозами относят очистку и предпосевную обработку семян; своевременную уборку хлебных злаков, их обмолот и сушку; протравливание семян; агротехнические мероприятия.

Большое значение в борьбе с фузариозом имеет правильное хранение зерна. Дело в том, что многие виды грибов рода *Fusarium* — сапрофиты. Поэтому они могут развиваться на зерне после его уборки и во время зимнего хранения, причем гриб пораженного зерна может заразить и здоровое зерно. Гриб развивается и при хранении зерна с повышенной влажностью. Для предотвращения развития фузариоза при хранении необходимо, чтобы влажность зерна не превышала 13...14 %, а зерно, убранное в сырую погоду или пораженное грибом, не надо смешивать со здоровым и следует хранить отдельно.

Признак заражения фузариозом — розово-красная окраска зерна. При подозрении на фузариоз зерно направляют в санэпидемстанцию для токсикологического анализа.

Зерно с признаками фузариоза и содержанием розовоокрашенных зерен более 1 % недопустимо использовать на продовольственные цели. Такое зерно, если по заключению санитарных лабораторий оно окажется нетоксичным, направляют для использования на фураж, а если токсичным — на технические цели.

Зерно, пораженное головней. Болезнь вызывается грибами из класса базидиальных и может поражать все ведущие культуры — пшеницу,

рожь, ячмень, овес, кукурузу, просо и др. При поражении твердой головней содержимое зерна разрушается, сохраняется только оболочка. Зерно превращается в головневые мешочки, заполненные темной мажущейся споровой массой с неприятным запахом. Споры загрязняют муку, придавая ей запах порченной селедки и темный цвет. Хлеб из такой муки плохо пропекается, имеет сладкий вкус и неприятный запах.

Споры головни способны причинить вред живому организму. Они могут вызвать раздражение слюнных желез и расстройства в работе кишечника.

Споры головни принято считать вредной примесью. Пшеница, содержащая свыше 10 % «мараных» зерен, должна быть направлена для переработки в муку на мукомольные заводы, имеющие моечные машины. Очистка зерна от спор головни «сухим» способом, при котором его пропускают через зерноочистительные машины, не обеспечивает снижения количества спор головни до 0,05 %. Наилучший вариант — трехкратная обработка зерна на щеточных машинах с пропуском через пневмоаспиратор в сочетании с мойкой. В этом случае с поверхности зерна удаляется до 99 % спор. Содержание спор головни в зерне, направляемом в помол после очистки, допускается не более 0,05 %.

Зерно, пораженное спорыньей. Болезнь поражает главным образом рожь, реже пшеницу, ячмень, совсем редко овес. Большая легкость поражения ржи связана с особенностями строения ее цветков и более продолжительным цветением — периодом, в течение которого происходит заражение. Из рожков спорыньи выделены алкалоиды, способные вызывать опасные заболевания у людей, животных и птиц. Болезнь проявляется в виде конвульсий и омертвления тканей.

Содержание спорыньи в муке не допускается свыше 0,05 %. Мука, отруби и отходы с содержанием спорыньи свыше 2 % считаются опасными для животных.

При очистке ржи и пшеницы от спорыньи применяют различные зерноочистительные машины. Хорошие результаты дает применение крепких растворов поваренной соли или селитры. Подбирая соответствующее количество соли, получают раствор, в котором зерно тонет (относительная плотность озимой ржи — 1,22...1,32), а рожки спорыньи всплывают (их относительная плотность — 1,07...1,10) вместе со щуплыми и легковесными зернами. Так, при растворении в 10 л воды 6,5 кг селитры получают раствор с относительной плотностью 1,2. Зерно, направляемое после очистки на измельчение, не должно содержать спорыньи больше 0,05 % (вместе с головней и семенами горчака, вязеля и термопсиса).

Порча зерна в процессе его подработки

Зерно, поврежденное сушкой. Нередко нарушение установленных режимов сушки приводит к повреждению зерна. При неправильной сушке зерно может быть испорчено полностью. Цвет эндосперма в этом случае изменяется от коричневого до черного, и такое зерно относят к сорной примеси. Оно для производства муки и крупы непригодно.

Зерно, частично поврежденное сушкой, с измененным цветом оболочки и эндосперма (от кремневого до светло-коричневого) относят к зерновой примеси. Зерно может быть повреждено высокой температурой и без видимых признаков порчи. При этом оно утрачивает свои семенные и технологические достоинства.

В пшеничной муке из зерна, поврежденного сушкой, уменьшается содержание клейковины, а при сильном повреждении она вообще не отмывается. Свойства клейковины резко изменяются: она обладает пониженной влагоемкостью и почти полностью утрачивает способность к растяжению. Основной способ использования такого зерна — это осторожное подмешивание его к нормальному или отправка на фураж.

Зерно заплесневевшее. На нормальном зерне, не подвергавшемся неблагоприятным воздействиям при хранении, численность «плесеней хранения» очень низкая (0...0,5 тыс. на 1 г зерна). Нарушение правил хранения сопровождается быстрым развитием плесневых грибов. Количество их за непродолжительный период может достигать 300...500 млн на 1 г зерна. Развитие плесеней приводит к потерям сухого вещества, увеличению влажности, потере всхожести, снижению питательной и товарной ценности зерна, ухудшению его хлебопекарных достоинств. Плесневые грибы способны образовывать многочисленные микотоксины, некоторые из них канцерогенны. Любой заплесневевший пищевой продукт или корм следует считать токсическим, т. к. в нем накапливаются афлатоксины, выделяемые грибом *Aflavus*.

В ряде стран введен государственный контроль за загрязнением афлатоксинами зерна и установлены предельно допустимые нормы их содержания в продовольственном зерне в количестве 5...20 мг/кг. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) считает максимально допустимым содержание афлатоксинов в продуктах до 0,03 мкг/кг. Министерством здравоохранения РФ установлена предельно допустимая норма содержания афлатоксина для зерна основных культур 2,5 мкг/кг. В пораженных плесневыми грибами продуктах количество афлатоксинов может превышать предельно допустимые нормы в тысячи раз.

Единственный радикальный способ борьбы с появлением и накоплением афлатоксинов — это предотвращение развития плесени

в массе зерна. Для этого следует зерно хранить при пониженной влажности и избегать его повреждения, поскольку плесени прежде всего развиваются на поверхности поврежденных зерен. Не рекомендуется хранить партии, образованные смешиванием сухого и влажного зерна. Для уменьшения количества афлатоксинов зерно освобождают от битых зерен и примесей, в которых токсины концентрируются.

Предложен ряд методов термической и химической обработки зерна для разрушения афлатоксинов. Однако предложенные методы ненадежны и практически неприемлемы.

Остаточное содержание пестицидов в зерне. Применение пестицидов, дающее огромный производственный эффект, иногда отрицательно влияет на свойства зерна и других сельскохозяйственных продуктов. В РФ установлены жесткие гигиенические нормативы, которые гарантируют безопасность людей и животных. Только строжайшее соблюдение всех гигиенических регламентов обеспечивает безопасное применение пестицидов.

В то же время на элеваторах и зерноперерабатывающих предприятиях необходимо создавать условия хранения и переработки зерна, которые свели бы применение ядохимикатов к минимуму.

Контрольные вопросы

1. Виды повреждения зерна в поле и при хранении.
2. Какие процессы происходят в хранящемся зерне при прорастании?
3. Влияние прорастания зерна на хлебопекарные качества пшеницы.
4. Особенности подработки и сушки проросшего зерна.
5. Причины и признаки морозобойного зерна.
6. Пути улучшения качества морозобойного и замороженного зерна.
7. Признаки суховейного зерна и способы его использования при переработке.
8. Какие фазы проходит процесс стекания зерна?
9. Практические меры защиты от стекания зерна.
10. Какие условия способствуют пожелтению зерна риса?
11. Признаки поражения зерна пшеницы клопом-черепашкой.
12. Какие мероприятия проводят для улучшения технологических достоинств зерна пшеницы, пораженной клопом-черепашкой?
13. Правила использования зерна с черным зародышем.
14. Особенности использования фузариозного зерна.
15. Признаки поражения зерна спорыньей и головней. На какие цели можно использовать такое зерно?
16. Какие процессы подработки и условия хранения зерна приводят к его повреждению? Меры предупреждения.

Глава 17.

МУКА И КРУПА. ИХ ХРАНЕНИЕ И КАЧЕСТВО

Общая характеристика процессов, происходящих в муке

Мука по своим физическим свойствам отличается от зерна. Зерно покрыто плотными оболочками, которые медленно пропускают воду, газы и задерживают на своей поверхности микроорганизмы. При помолке значительная часть микроорганизмов переходит в муку, и они при хранении вызывают изменение ее качества.

Зерно — живой организм. В муке же отсутствует какая-либо координация процессов, как в целом зерне. Иногда в муке идут процессы автолиза вследствие деятельности собственных ферментов.

Большая относительная поверхность частиц муки обуславливает их высокую способность сорбировать пары воды и газы, в том числе кислород из окружающей среды. Это, в свою очередь, определяет возможность возникновения в муке некоторых гидролитических и окислительных процессов, которые могут оказать существенное воздействие на белки, липиды и другие вещества. Поэтому муку хранить трудно.

Все процессы, происходящие в муке, в зависимости от влияния на ее потребительские свойства делят на положительные и отрицательные. К положительным процессам относят такие, которые способствуют улучшению качества муки, и прежде всего ее хлебопекарных свойств (созревание муки). К отрицательным относят процессы, приводящие к потерям массы сухих веществ муки и снижению ее качества, — это перезревание, прогоркание, заплесневение, развитие насекомых и клещей, самосогревание и слеживание.

Созревание пшеничной муки

Совокупность положительных процессов, происходящих при хранении пшеничной муки, называют созреванием. Время, в течение которого происходят эти процессы, называют отлежкой.

Общеизвестно, что хлеб, выпеченный из свежесмолотой муки, часто имеет пониженные показатели: объемный выход, пористость, цвет и др.

Такая мука дает липкое, расплывающееся тесто, а хлеб, выпеченный из него на поду, получается плотным, малопористым и с коркой, покрытой мелкими трещинами. Хлеб, выпеченный из той же муки после ее отлежки, имеет лучшие показатели.

Продолжительность созревания муки зависит от условий ее хранения и от исходных хлебопекарных свойств зерна, из которого она была получена. Удлинение этого периода приводит к необратимому ухудшению хлебопекарных свойств муки, то есть к ее перезреванию.

Один из признаков созревания муки — это ее побеление, что обусловлено снижением содержания каротиноидных пигментов вследствие их окисления. Установлено, что интенсивные окислительные процессы происходят в муке еще при ее помоле, а также при перемещении пневмотранспортом и при хранении в различных газовых средах, не содержащих кислорода. В безвоздушном пространстве мука не белеет.

Хранение муки при положительной температуре (более 10...15 °С) сопровождается увеличением ее титруемой кислотности и кислотного числа жира. Это тесным образом связано с изменением свежести муки. Так, в муке, выработанной из доброкачественного зерна, кислотное число жира составляет 15...20 единиц. При хранении муки оно возрастает и может достигнуть 50...60 единиц. Такую муку оценивают как несвежую; она имеет пониженные хлебопекарные свойства или совсем непригодна для хлебопечения.

Гидролитические процессы происходят при достаточной влажности и положительной температуре муки. Понижение температуры хранения до 0 °С и ниже тормозит гидролиз жира. Кислотное число жира и титруемая кислотность муки — надежные показатели степени свежести муки и продолжительности ее хранения.

При хранении пшеничной муки укрепляется клейковина и изменяются хлебопекарные свойства. Укрепление при хранении вначале слабой клейковины обуславливает улучшение качества муки. При длительном хранении муки с крепкой клейковиной или при повышенной температуре ее хранения качество муки ухудшается. В данном случае укрепление клейковины приводит к тому, что тесто при замесе становится крепким, малорастяжимым, а хлеб получается низкого качества.

Изменения клейковины пшеничной муки при хранении происходят благодаря укрепляющему воздействию на клейковину непредельных жирных кислот, образующихся при гидролизе жира, а также окисления сульфидных групп, являющихся важным компонентом белкового комплекса. С другой стороны, это происходит и от того, что кислород воздуха, имеющий доступ к муке, окисляет активаторы протеолиза и переводит их в неактивное состояние. В результате этого при замесе

теста клейковина остается упругой, поскольку ее белки менее атакуются ферментами.

Созревание муки в процессе хранения заканчивается быстрее при температуре 25...45 °С. Пониженная температура замедляет этот процесс, а температура 0 °С останавливает его. Следовательно, при помощи температурного фактора можно регулировать процесс созревания муки. Снижением температуры задерживают созревание и тем самым увеличивают продолжительность хранения муки. И наоборот, увеличивая температуру, можно ускорить созревание муки и подготовить ее для отгрузки. Длительное хранение муки без снижения ее хлебопекарных свойств возможно, если она хранится при температуре около 0 °С.

На продолжительность периода созревания пшеничной муки влияют многие факторы: степень законченности послеуборочного дозревания зерна, сила муки сразу же после размола зерна, сорт (выход), влажность, температура при хранении, способ размещения.

При получении муки из зерна с незаконченным периодом послеуборочного дозревания и зерна свежесубранного требуются более длительные сроки ее отлеживания.

При хранении муки в неотапливаемом складе в условиях пониженной температуры процессы, вызывающие ее созревание, практически приостанавливаются. От способа размещения, размера штабелей мешков с мукой и плотности их укладки зависит степень аэрации муки и, следовательно, длительность созревания муки, заложенной на хранение.

Таким образом, муку слабую для полного созревания приходится хранить более длительно и лучше при более высокой температуре. Наоборот, сильную муку нет надобности хранить долго и при повышенной температуре. И все же о продолжительности созревания пшеничной муки пока точных данных нет.

По одним данным, свежесмолотая мука высшего, 1-го и 2-го сортов в мешках при хранении в отапливаемом складе заканчивает созревание в течение 1,5...2,0 мес., а обойная пшеничная мука в тех же условиях — через 3...4 нед. По другим данным, срок созревания пшеничной муки 1...2 мес., ржаной — вдвое меньше.

Продолжительные сроки хранения для достижения оптимальных качеств муки в результате ее созревания создают ряд трудностей, требуют дополнительных капиталовложений и удорожают производство муки и хлеба. Поэтому разрабатываются пути и средства ускорения созревания муки.

В последние годы в практику все больше внедряется бестарное хранение и перевозка муки, что ускоряет ее созревание. Созревание све-

жесмолотой пшеничной муки при хранении в силосах, оборудованных для ее бестарного хранения, можно значительно ускорить, применяя принудительное аэрирование. Оптимальные условия ускоренного созревания пшеничной муки при бестарном хранении в силосах — аэрирование ее воздухом при температуре 25 °С в течение 6 ч и удельном расходе воздуха 2...3 м³/ч на 1 т. Созревание муки ускоряется также при прогреве ее инфракрасным облучением.

Однако следует всегда помнить, что улучшение хлебопекарного качества пшеничной муки при хранении ограничено периодом ее созревания. Более длительное хранение даже в оптимальных условиях приводит к постепенному ухудшению качества муки.

Прогоркание муки

Изменение качества муки при хранении, сопровождающееся накоплением в ней горького вкуса и запаха испорченного масла, получило название прогоркания. Это следствие изменений в липидах муки в результате гидролитических и окислительных процессов. Развитие процессов прогоркания в муке зависит от следующих условий: ее исходных свойств, доступа воздуха, температуры, при которой хранится мука, влажности, доступа солнечного света и сорта муки.

Мука, выработанная из зерна нормального, не подвергавшегося вредным воздействиям, довольно устойчива против прогоркания. Напротив, мука из дефектного зерна (морозобойного, проросшего и т. д.) подвержена прогорканию в сильной степени. При хранении муки в инертных средах (азот), вакууме и темноте процесс ее прогоркания замедляется. От прогоркания муку предохраняют ее нормальные исходные свойства и пониженная температура в складе в период хранения. С увеличением температуры воздуха процесс прогоркания ускоряется и достигает максимальной скорости при 30...35 °С.

При всех прочих равных условиях прогоркание протекает интенсивно в более сухой муке, а в муке с большой влажностью (15...16 %) этот процесс замедляется, так как влага защищает частицы муки от проникновения к ним кислорода. Однако в этом случае мука начинает портиться в результате развития микроорганизмов. Действие солнечного света усиливает процесс окисления жира и прогоркания.

Мука высоких сортов, хотя и содержит меньше жира, чем обойная, прогоркает быстрее. Это объясняется тем, что в обойной муке находятся зародышевые частицы, содержащие антиокислители, которые замедляют процессы окисления и прогоркания.

Мука, выработанная из зерна кукурузы, овса и семян сои, быстрее прогоркает при хранении, чем пшеничная. Эти виды муки нестойки при хранении и подлежат быстрой реализации. Длительное хранение этой муки возможно только при пониженной температуре или без доступа воздуха. Появление в муке первых признаков горечи и резкое повышение кислотного числа жира служат сигналом для немедленной реализации такой муки во избежание ее дальнейшей порчи.

Плесневение муки

В муке присутствуют различные сапрофитные микроорганизмы, попавшие из зерновой массы при размоле зерна. В ней могут быть и патогенные бактерии. Наиболее насыщены микроорганизмами отруби, меньше — мука высшего и первого сортов.

Активная жизнедеятельность микроорганизмов проявляется при увеличении влажности муки до 16...17% в результате миграции влаги. Это происходит в результате резкого перепада температур в массе муки, если она уложена на хранение свежесмолотой на холодные каменные или асфальтовые полы.

Различают следующие виды порчи муки при хранении под воздействием микроорганизмов: плесневение, прокисание, самосогревание.

Плесневение муки — это резко отрицательное явление, возникающее вследствие увлажнения муки или мешка чаще всего между полом и нижним слоем мешков. В этом месте интенсивно развиваются плесени, мицелий которых быстро распространяется внутрь мешков, вызывая образование затхлого запаха. При этом мука темнеет, содержание белков в ней снижается и увеличивается количество водорастворимых и других веществ, укрепляется клейковина, возможно образование в муке микотоксинов.

Прокисание муки происходит при одновременном развитии в муке различных бактерий: крахмалоразлагающих, которые разлагают крахмал до сахаров, и кислотообразующих, сбраживающих появившиеся сахара в различные органические кислоты. В результате жизнедеятельности этих бактерий в муке возникают специфический кислый вкус и запах, значительно повышается титруемая кислотность. Нарушение режимов хранения может привести к возникновению прокисания внутри массы любой партии муки.

Самосогревание муки — это явление комплексное; происходит оно в результате реакций газообмена между частицами муки и воздухом, дыхания микроорганизмов, клещей и насекомых (если мука заражена

вредителями). Однако решающее значение в развитии самосогревания муки имеют микробы.

Самосогревание муки недопустимо. Мука портится в результате воздействия на нее повышенной температуры и развития микроорганизмов, при этом она приобретает кислый вкус и затхлый запах, ухудшаются хлебопекарные свойства, теряется сыпучесть.

Случаи самосогревания муки возможны при хранении ее с повышенной влажностью (15,5...16%), неравномерным распределением влаги в муке и укладке мешков свежесмолотой муки в вагоны или штабеля без достаточного охлаждения.



Уплотнение и слеживание муки

Уплотнение — это естественный процесс в рыхлой массе муки при хранении как в таре, так и в насыпи. Под действием собственной массы мука уплотняется, не утрачивая сыпучести; свободно высыпается из мешка или силоса при опорожнении.

Уплотнение, переходящее в слеживание при неблагоприятных условиях хранения, приводит к резкому уменьшению сыпучести муки. При этом слежавшаяся мука образует сплошные глыбы, и для их разрушения необходимо определенное усилие.

Слеживание наблюдается при длительном хранении муки в штабелях, особенно в нижних его рядах, если штабеля периодически не перекладывают.

На слеживание большое влияние оказывает влажность муки. При нормальном хранении муки с влажностью 10...12% в течение 6...12 мес. слеживания не наблюдается. Однако при влажности 14...15% слеживание возможно уже через 3...4 мес. Мука сортового помола слеживается быстрее, чем обойного. Несмотря на сохранение качества слежавшейся муки, слеживание в ее массе нежелательно, так как необходимы дополнительные затраты на ее разрыхление.

Процессы, происходящие в крупах

Хранение крупы имеет свои особенности. Размеры частиц крупы, как правило, значительно больше, чем у пшеничной и ржаной муки, и у них обычно меньшая плотность по сравнению с исходным зерном, что является результатом механического воздействия при переработке. Биохимические процессы в периферических слоях крупы начинаются и протекают более интенсивно, чем внутри ее частиц.

При хранении крупы не наблюдается первоначального улучшения технологического качества, как в период созревания у пшеничной муки.

Свежевыработанная крупа некоторое время сохраняет стабильное качество, затем оно начинает ухудшаться с той или иной скоростью в зависимости от условий хранения. При хранении крупы снижается ее масса, образуются посторонние запахи (плесневый, затхлый и т. п.) и снижается ее качество.

Процесс производства крупы сопровождается удалением цветковых пленок, наружных слоев оболочек и частичным дроблением зерен. Поэтому крупа более доступна воздействию микроорганизмов, насекомых и клещей, чем зерно. В крупе, сохранившей структуру зерна, плесени развиваются на зародышах.

Наиболее характерны для крупы интенсивный гидролиз жира и окислительные процессы в липидной фракции, приводящие к ухудшению потребительских свойств. В крупе, лишенной защитных оболочек, при равных условиях хранения происходят более глубокие изменения липидов по сравнению с зерном. В результате накапливаются разнообразные продукты окисления липидов, в том числе токсические. Крупа при этом прогоркает, стойкость ее при дальнейшем хранении резко снижается.

Окислительные процессы приводят к снижению содержания жирных высокомолекулярных кислот, в частности линолевой. Наряду с этими изменениями, отмечено снижение содержания в крупе биологически активных веществ — каротиноидов и токоферолов, особенно при хранении крупы из овса и проса более 6 мес. при положительной температуре. После этого срока хранения в пшене появляется горький вкус как следствие окисления липидов. Применение гидротермической обработки зерна овса и проса перед шелушением значительно стабилизирует его липидную фракцию, так как обработка зерна высокой температурой и влагой приводит к резкому снижению активности ферментов.

Хранение крупы сопровождается изменением (возрастанием) кислотного числа сырого жира и понижением его йодного числа, что является следствием окислительных процессов, происходящих в крупах.

При хранении пшеница за счет окисления каротиноидов изменяется цвет крупы, и она по окраске становится серовато-белой.

Стойкость крупы при хранении определяется следующими факторами: химическим составом, активностью ферментов, условиями хранения (главным образом влажностью и температурой). Например, хранение пшеницы с влажностью 13,5% при температуре 25 °С отрицатель-

но действует на его качество: резко возрастает кислотное число жира и крупа покрывается плесенью.

Рациональные режимы хранения крупы предусматривают низкую ее влажность (10...12%), своевременное охлаждение, полную изоляцию от вредителей. В этом случае крупу можно хранить без заметного изменения ее потребительских свойств в течение нескольких лет.

Способы хранения муки и круп

Для бесперебойного обеспечения потребителей этими продуктами требуется создание некоторых запасов, которые хранят примерно от двух недель до нескольких месяцев, а в некоторых случаях — более года. Муку и крупу хранят в таре или без тары в хранилищах специальной конструкции (бестарное хранение).

Мешки с мукой и крупой в складах укладывают в штабель, тройником или пятериком. При хранении готовой продукции с повышенной влажностью, менее стойкой и требующей лучшей вентиляции, мешки укладывают колодцем (по четыре мешка). На складах перерабатывающих предприятий обычно штабель укладывают постепенно, а на реализационных базах при получении готовой продукции с железной дороги — повагонно общей массой не более 60 т.

Высота укладки зависит от вида продукции, ее влажности и температуры воздуха в складе. По высоте в штабель укладывают от 6 до 14 рядов мешков. Если высота более десяти мешков, каждый ряд выше десятого укладывают с отступом внутрь на ширину одного мешка, т. е. на 500 мм. Обычно мешки укладывают на деревянные подпоры высотой примерно 100 мм. Между штабелями, штабелями и стенами оставляют подходы (примерно 70 см) и проходы шириной 2,5...4,5 м, необходимые для наблюдения за хранящейся продукцией, ее проветривания и применения средств механизации.

При хранении мешков в складе стремятся к тому, чтобы каждый штабель примыкал хотя бы одной стороной к главному проходу, в противном случае трудно применять механизацию. Степень рационального размещения штабелей в складе оценивают коэффициентом использования площади склада, который в зависимости от используемой механизации и других факторов имеет следующие значения: передвижная механизация — 0,5...0,65; электропогрузчики — 0,6...0,75; стационарная механизация — 0,65...0,85.

Необходимая площадь склада F , м², для укладки готовой продукции в мешках, а также количество продукции в таре, размещенной в складе, можно определить по следующей зависимости:

$$F = \frac{1000Gf}{ZqK},$$

где G — масса продукции, т; f — площадь одного мешка, м^2 (в среднем считают $0,9 \cdot 0,5 = 0,45 \text{ м}^2$ — для мешков массой 70 кг и $0,3 \text{ м}^2$ — для мешков массой 50 кг); Z — число мешков, уложенных в штабель; q — масса одного мешка с продукцией, кг; K — коэффициент использования площади склада.

Тарное хранение муки и крупы в складах обеспечивает хорошую сохранность качественных характеристик готовой продукции. Однако этому способу присущи значительные недостатки, сдерживающие его широкое распространение: требуются большое количество тары, затраты ручного труда на упаковку, укладку и перевозку продукции. Кроме того, после опорожнения мешков в них остается 100...150 г муки, которую можно извлечь только посредством выколачивания мешков, что создает дополнительные трудности и ускоряет износ ткани. Так как грузооборот перерабатывающих предприятий велик, затраты при тарном способе хранения и транспортирования значительны. Поэтому основным направлением при хранении муки и круп в настоящее время является бестарное хранение этих продуктов.

Бестарное хранение муки пониженной влажности (не более 13%) возможно насыпью в специальных силосах размером в плане от $1,5 \times 1,5$ до $4,0 \times 4,0$ м и высотой не более 15 м. Силосы рекомендуется оборудовать специальными вибраторами или аэраторами, которые способствуют вытеканию муки. Ширина выгрузных отверстий в силосах для хранения муки должна быть не менее 0,4 м, а длина примерно равна ширине силоса. Конусной части днища придают угол наклона не менее 60° . На характер и интенсивность вытекания муки из силосов оказывают существенное влияние (кроме влажности и срока хранения) такие факторы, как сорт и крупность муки; материал и техническое состояние стен силосов и др. Силосы для хранения продуктов переработки зерна строят из железобетона, листовой и профилированной стали.

Бестарные хранилища представляют собой сложные сооружения, которые, помимо силосов для хранения продуктов переработки зерна, включают целый комплекс транспортного, весового и другого оборудования.

Мероприятия, обеспечивающие сохранность качества муки и крупы

Для сохранения качества муки и крупы в складах проводят вентилирование для охлаждения или при необходимости перекалывают меш-

ки. Сроки перекладки устанавливают для каждой партии в зависимости от качества и состояния продукции, длительности хранения и высоты укладки штабелей. При перекладке мешки из нижних рядов штабелей перемещают в верхние и наоборот. Увеличение высоты штабеля допускается только после охлаждения муки и крупы.

При наступлении весеннего потепления принимают меры, обеспечивающие сохранение пониженных температур муки и крупы. Для этого окна и двери склада держат закрытыми, открывая их только в случае крайней необходимости. При переводе муки и крупы на весенне-летнее хранение перед наступлением потепления высоту укладки штабеля снижают.

При наличии большой разницы между температурой воздуха снаружи и внутри складов устанавливают тщательное ежелекандное наблюдение за нижними рядами штабелей.

Запрещается хранить в одном складе муку или крупу зараженную и незараженную. При заражении отдельных штабелей их фумигируют на месте под синтетическими пленками или перемещают в изолированное помещение. В холодное время года продукцию обеззараживают охлаждением или просеиванием.

При наличии мешков со слежавшейся мукой штабель перекалывают, снижая его высоту. При перекладке мешков со слежавшейся мукой их перекалывают по доскам с набитыми поперечными планками. Мешки с сильно слежавшейся мукой отделяют, а муку просеивают через сито для выделения комков. Комки разбивают, а муку, если она окажется нормальной по качеству, просеивают и реализуют в первую очередь.

Подмоченные или заплесневевшие мешки должны быть выделены из штабеля и просушены. Муку из них пересыпают в чистые мешки, а в необходимых случаях просеивают для отделения образовавшихся корок и комьев. Подмоченную крупу также высыпают из мешков и просушивают, а при образовании комьев — просеивают. Полученную после измельчения комьев муку и крупу с несвойственным продукции вкусом и запахом хранят в отдельных помещениях.

При повышении температуры штабель немедленно разбирают и выделают мешки с греющейся продукцией. Для охлаждения муки и крупы мешки расшивают и устанавливают на некотором расстоянии друг от друга, а склад проветривают. После охлаждения мешки укладывают в штабель высотой не более шести рядов.

При отпуске в первую очередь должны быть реализованы партии муки и крупы, нестойкие при хранении. Очередность реализации остальных партий продукции устанавливают в зависимости от даты затаривания (выбоя), качества и условий хранения.

Перед отпуском в муке и крупе проверяют влажность, зараженность, цвет, вкус, запах. Остальные данные, необходимые для заполнения удостоверения о качестве, вносят на основании последнего анализа.

Муку и крупу отгружают только в исправные, незагрязненные и без посторонних запахов транспортные средства.

Контроль за качеством муки и крупы

За условиями хранения, состоянием и качеством хранящейся муки и крупы устанавливают систематический контроль с момента поступления продукции в склады. Контроль ведут за температурой и относительной влажностью воздуха в складе, температурой муки и крупы, влажностью, вкусом и запахом, зараженностью вредителями, а также оборудованием складов.

Температуру воздуха проверяют недельными или суточными термографами или термометрами, установленными в каждом складе или секции на высоте 1,5 м от пола. В процессе хранения продукции температуру воздуха в складе проверяют еженедельно, а при необходимости проветривания продукции — ежедневно. Кроме того, не реже одного раза в месяц проверяют температуру воздуха на уровне нижнего, среднего и верхнего рядов мешков штабеля.

Относительную влажность воздуха проверяют недельными или суточными гигрографами, гигрометрами или психрометрами, установленными в каждом складе на высоте 1,5 м от пола, в сроки, установленные для проверки температуры.

Температуру муки и крупы определяют термометрами в наружных мешках штабеля на разной высоте (нижний, средний, верхний ряды) и, кроме того, в мешках, находящихся в разных местах внутри штабеля. Использование для этой цели ртутных термометров, а также термометров без металлической оправы запрещается. Температуру продукции измеряют при поступлении на склад, а затем при хранении 2 раза в месяц, если температура воздуха в складе выше 10 °С, и один раз в месяц, если она ниже 10 °С.

Температуру нестойкой в хранении продукции (крупы манную, пшеничную, гречневую, рис, ячневую и горох лущеный, муку для макаронных изделий при влажности свыше 15%, крупу кукурузную, овсяную и пшено влажностью свыше 14%) при температуре воздуха в складе выше 10 °С контролируют каждые пять дней.

Для определения вкуса, запаха и зараженности вредителями муки и крупы от каждого штабеля отбирают среднюю пробу в соответствии с действующими стандартами и методиками в следующие сроки: при

температуре муки и крупы 10 °С и ниже — не реже одного раза в месяц; при температуре муки и крупы выше 10 °С — два раза в месяц.

Влажность продукции определяют не реже одного раза в месяц.

Результаты проверки состояния и качества муки и крупы при хранении заносят в хронологическом порядке в журнал наблюдений.

Контрольные вопросы

1. Характеристика процессов, протекающих в муке при хранении.
2. Что представляет собой созревание муки? Признаки созревания и условия, благоприятствующие этому процессу.
3. Факторы, влияющие на продолжительность созревания муки.
4. Ускоренное созревание пшеничной муки.
5. Какие условия приводят к прогорканию муки?
6. Как влияет развитие микроорганизмов на качество муки при хранении?
7. Уплотнение и слеживание муки. Меры предупреждения.
8. Процессы, протекающие в крупах при хранении.
9. Какие факторы определяют стойкость крупы при хранении?
10. При каких режимах и способах рекомендуется хранить муку и крупу с минимальными потерями качества?
11. Особенности тарного и бестарного способов хранения муки.
12. По каким показателям проводят систематический контроль за хранящимися партиями муки и крупы?

Глава 18.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХРАНЕНИЯ ПЛОДОВООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ

Биологические основы лежкости

Хранение сочной растительной продукции позволяет обеспечивать ею население круглый год. Это особенно важно в условиях умеренного климата с ярко выраженной сезонностью выращивания овощей и плодов.

Пригодность плодов и овощей к длительному хранению характеризуется понятиями «лежкость» и «сохраняемость».

Лежкость — потенциальная способность сортов плодов и овощей храниться в течение определенного времени без значительных потерь массы, поражения микроорганизмами и физиологическими расстройствами, ухудшения товарных, пищевых и технологических качеств.

Это важнейшая хозяйственно-биологическая характеристика плодов и овощей, введенная в стандарты в качестве одного из основных критериев.

Лежкость количественно можно выразить сроком хранения, который выдерживают плоды и овощи, выращенные с соблюдением всех правил агротехники, в благоприятных погодных условиях с общими потерями исходной массы 10...15%. Лежкость подразделяют на высокую, среднюю и низкую.

Сохраняемость — проявление лежкости плодов и овощей в условиях данного сезона, зоны возделывания при определенном уровне агротехники, технологии и режиме хранения. Она характеризуется сроком хранения, а также величиной потерь продукции и степенью изменения ее качественных показателей за этот период.

Сочетание оптимальных погодных, почвенных и агротехнических условий в период вегетации с оптимальными параметрами температуры, влажности и состава газовой среды при хранении обеспечивает совпадение показателей лежкости и сохраняемости. Если условия выращивания и хранения не соответствуют оптимальным, сохраняемость ухудшается.

Плоды и овощи — особая группа объектов хранения, отличающаяся высоким содержанием воды (в среднем 80...90%). Поэтому плоды

и овощи характеризуются высоким уровнем обмена веществ в период хранения и повышенной потерей влаги на испарение. Кроме того, плоды и овощи обладают слабой устойчивостью к фитопатогенным микроорганизмам.

Таким образом, сохранение плодов и овощей представляет значительные трудности и требует специальной технологии и режимов хранения.

В зависимости от лежкости свежую плодоовощную продукцию разделяют на группы:

- двулетние овощи, включая картофель;
- плоды, включая плодовые овощи;
- листовые овощи, ягоды и плоды косточковых.

У картофеля и двулетних овощей хранят запасяющие органы растений (клубни, корнеплоды, луковицы, кочаны), на которых имеются почки (точки роста). В процессе хранения происходит дифференциация почек, то есть подготовка их к последующему репродуктивному развитию в поле. В вегетационный период из этих точек роста развиваются растения, которые дают семена.

Период покоя у различных двулетних овощных растений, в течение которого происходит медленная дифференциация точек роста, неодинаков. Картофелю и луку свойственен глубокий покой, при котором почки не прорастают даже в благоприятных условиях. Корнеплоды и капуста обладают неглубоким вынужденным покоем. При благоприятных условиях у них могут прорасти почки, но с образованием только вегетативных побегов. После завершения вынужденного покоя точки роста дифференцируются и образуют генеративные побеги, которые зацветают и дают семена. Период вынужденного покоя можно продлить, используя при хранении низкие температуры.

Таким образом, для периода хранения двулетних овощей характерно выраженное в различной степени состояние покоя, являющееся биологической основой их лежкости, то есть потенциальной способностью к хранению.

В конце периода покоя почки представляют собой будущий семенной куст в миниатюре. Питательные вещества, находящиеся в паренхимных тканях клубня, корнеплода, луковицы или кочана, используются на формирование этих генеративных почек. При этом сами запасяющие органы истощаются, теряют товарные свойства и устойчивость к возбудителям болезней.

При хранении картофеля и двулетних овощей в зависимости от их назначения стоят разные задачи. Для продовольственных целей необходимо, замедлив процессы дифференциации почек, продлить состояние

их покоя, что увеличит срок хранения при незначительных потерях. Достигается это в основном предельно низкой температурой, которая снижает интенсивность процесса обмена веществ.

При хранении маточников важно обеспечить подготовку почек к последующему репродуктивному развитию. Достигается это при помощи более высокой температуры и физиологически активных веществ.

У *плодовых овощей и плодов* хранят сочные органы со сформировавшимися в разной степени семенами. После съема плодов семена обычно бывают недозревшими и продолжают свое развитие. При этом между семенами и околоплодником продолжается обмен пластическими и физиологически активными веществами. В результате протекают процессы послеуборочного дозревания плодов и околоплодник приобретает характерный для сорта цвет, консистенцию, вкус и аромат. После вызревания семян наступает старение тканей околоплодника, ухудшаются товарные и пищевые качества плодов, снижается их устойчивость к возбудителям болезней и физиологическим расстройствам.

Взаимосвязь развития семян и околоплодника подтверждается многими фактами. У большинства видов и сортов плодов без оплодотворения семязачек развитие околоплодника не происходит (земляника). У яблок величина и форма плода зависят от числа развивающихся в нем семян.

Продолжительность периода хранения плодовых овощей и плодов определяется длительностью их послеуборочного дозревания; чем медленнее протекают эти процессы, тем дольше хранится продукция. Так, томаты в фазе молочной спелости дозревают дольше, чем розовые или красные плоды, и поэтому их срок хранения больше. Яблоки ранних сортов почти полностью вызревают на дереве и поэтому хранятся небольшой период. Поздние сорта яблок снимают недозрелыми, и их срок хранения максимальный.

При созревании плодов характерно изменение интенсивности их дыхания. В процессе дозревания интенсивность дыхания у них находится примерно на одинаковом уровне.

Затем наступает резкий ее подъем, названный климактерическим (климакс). В это время плоды достигают лучших потребительских качеств, а затем начинают перезревать. Климактерический подъем дыхания означает переломный момент в хранении плодов: до его наступления протекают процессы дозревания, после — перезревания. После климакса плоды теряют товарные и пищевые качества.

Таким образом, период хранения плодов характеризуется процессами послеуборочного дозревания. Виды и сорта плодов, у которых этот

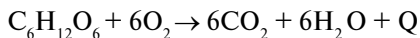
период продолжителен, отличаются более высокой лежкостью, чем те, у которых он короткий или его нет вовсе.

Лежкость у *листных овощей, ягод и плодов косточковых культур* не выражена. Причиной этого у листовых овощей является чрезвычайно большая поверхность испарения, поэтому они очень быстро увядают. У ягод поверхность испарения невелика, но слабо защищена кутикулой. Кроме того, у них и ряда косточковых вязкость, а следовательно, и водоудерживающая способность клеточных коллоидов очень слаба; они быстро теряют сок вследствие коагуляции протоплазмы. Помимо этого, они обладают высокой интенсивностью дыхания и обмена веществ. В результате уже в первый период хранения ярко выражены процессы гидролиза и диссимилиации, затем наступает гибель клеток.

Для такой нежной и нележкой продукции требуются специальные условия хранения: упаковка в полимерные мешки, хранение в регулируемых газовых средах, пониженные температуры, использование льда, различные способы консервирования.

Основным процессом обмена веществ овощей и плодов в период их хранения является дыхание. При этом образуются пластические вещества и выделяется энергия, необходимая для всех процессов обмена веществ. Поскольку разные виды плодоовощной продукции имеют неодинаковую интенсивность дыхания, то они при хранении выделяют разное количество тепла. Величина его определяет способы хранения овощей и плодов, систему охлаждения и вентиляции, при помощи которой тепло удаляется из массы продукции.

Суммарное уравнение аэробного дыхания имеет вид



При хранении в анаэробных условиях процессы окисления протекают до образования промежуточных продуктов обмена веществ — этилового спирта, уксусного альдегида, уксусной и молочной кислот и других недоокисленных соединений. Накопление их вызывает физиологические расстройства обмена веществ с образованием различных некрозов, пятен и потемнений.

Показателем, характеризующим процесс дыхания, служит дыхательный коэффициент (ДК), показывающий отношение при дыхании объемов CO_2 и O_2 . Если $ДК = 1$, то идет аэробный процесс дыхания, если $ДК > 1$, процесс дыхания анаэробный.

Интенсивность дыхания плодоовощной продукции зависит от степени ее зрелости, механического повреждения, температуры хранения и других факторов. Недозревшие овощи и плоды, а также имеющие

механические повреждения или пораженные болезнями дышат более интенсивно, чем зрелые и здоровые. В первые дни после уборки продукции интенсивность дыхания наиболее высока, затем по мере охлаждения она снижается и достигает оптимальной величины. Поэтому при транспортировании и хранении продукции необходимо учитывать влияние всех факторов на процесс дыхания и, следовательно, на величину выделяемого ею тепла.



Устойчивость плодов и овощей к неблагоприятным воздействиям окружающей среды при хранении

Это комплексный показатель. Устойчивость отражает определенную защищенность плодов и овощей от механических воздействий, фитопатогенных микроорганизмов и физиологических расстройств. Устойчивость обусловлена спецификой морфоанатомического строения (особенно покровных тканей), химическим составом (в первую очередь наличием веществ антибиотического действия) и активными защитными реакциями.

Устойчивость к механическим повреждениям связана со строением овощей и плодов и развитием их покровных тканей. Чем больше содержится в продукции клетчатки и прочной ткани, тем сохраняемость лучше. Например, чем толще опробковевшая покровная ткань корнеплодов моркови (феллема), тем выше их устойчивость и лежкость.

Между устойчивостью и возбудителем болезни и химическим составом овощей и плодов также существует зависимость. Так, повышенное содержание в них веществ фенольной природы, в том числе дубильных и красящих соединений, определяет их устойчивость к патогенным микроорганизмам. Например, темноокрашенные сорта лука хранятся лучше, чем светлоокрашенные, краснокочанная капуста — лучше белокочанной, интенсивно окрашенные плоды семечковых также меньше поражаются болезнями. Это связано с тем, что многие фенольные соединения подавляют развитие возбудителей бактерий. Антисептическим действием обладают и другие соединения. Например, хорошая сохранность ягод клюквы и брусники объясняется повышенным содержанием в них бензойной кислоты.

В устойчивости картофеля и овощей к патогенным микроорганизмам большая роль принадлежит их способности зарубцовывать повреждения. В месте поражения на клубнях картофеля при благоприятных условиях образуется новая покровная ткань — раневая перидерма. При этом выделяется суберин, который пропитывает вновь образовавшиеся клетки. В результате образуется защитный слой опробковевших кле-

ток, которые отделяют зону повреждения от здоровой ткани, защищая клубни от увядания и проникновения возбудителей болезней.

Способностью зарубцовывать механические повреждения обладают также свекла, редька, морковь. Однако у корнеплодов это свойство проявляется слабее, чем у картофеля. На головке корнеплода поражения зарубцовываются лучше, чем на нижней (корневой) части. Наиболее активно заживление поражений происходит после уборки. В процессе хранения эта способность как у клубней, так и у корнеплодов постепенно утрачивается.

Устойчивость овощей и плодов к заболеваниям связана также с их способностью активно противодействовать развитию патогенных микроорганизмов. При этом активизируется работа восстановительных ферментов и интенсивно образуются вещества фунгитоксического действия. Эти процессы являются защитной реакцией овощей и плодов, направленной на локализацию и подавление возбудителей болезни.

У плодов и овощей также отмечена реакция сверхчувствительности к облигатным паразитам, которые развиваются только в живой ткани. Она заключается в том, что в клетках после появления токсинов проникшего микроорганизма накапливаются соединения полифенольной природы, которые, окисляясь, вызывают денатурацию белков. В результате клетки продукции погибают с образованием некротического пятна и приводят к гибели микроорганизмов. Таким образом, очаг заболевания изолируется и его развитие останавливается.

Влияние условий выращивания на качество и сохраняемость плодов и овощей

Огромное влияние на качество и сохранность плодов и овощей оказывают условия их выращивания. В этой связи необходимо учитывать три основных аспекта:

- рациональное размещение видов и сортов плодовых и овощных культур по регионам страны и внутри хозяйства;
- действие мелиорации и различных агротехнических приемов на урожай и качество продукции;
- влияние способа уборки, транспортировки и товарной обработки на качество и сохранность продукции.

Зональное размещение различных видов и сортов плодов и овощей должно соответствовать их биологическим особенностям. В нашей стране действует сеть научно-исследовательских институтов и зональных опытных станций, которые создают сорта, отвечающие требованиям производства, и разрабатывают технологии их выращивания. Такая

система дает возможность подбирать сорта культур в зависимости от почвенно-климатических условий данной зоны и тем самым добиваться получения высоких урожаев качественной продукции, пригодной для длительного хранения. Типичный пример — районирование сортов репчатого лука. Обычно они выведены в том районе, где районированы, и нередко их название совпадает с районом возделывания (Бессоновский, Ростовский, Уфимский и др.). Их характерная черта — высокие и качественные урожаи только в «своих» районах.

Это же правило действует и в отношении плодовых и овощных культур. Перемещение сортов в другие зоны приемлемо в том случае, когда почвенно-климатические условия новой местности соответствуют их биологическим особенностям. В противном случае их урожайность и качество значительно снижаются.

Почвенно-климатические особенности зоны определяются также высотой местности над уровнем моря. Увеличение высоты над уровнем моря сходно с продвижением с юга на север. Поэтому при выращивании продукции в более высокогорных районах в плодах и овощах обычно накапливается меньше сахаров, больше кислот и витамина С. Кроме того, в высокогорных районах больше ультрафиолетовых лучей, что сказывается на фотосинтезе и формировании растений. Так, зеленные овощи, выращенные в горных районах, содержат в два-три раза больше аскорбиновой кислоты, чем выращенные в долинах.

Большое влияние на урожай, качество и сохранность продукции оказывает механический состав почвы. Особенно сильное влияние он оказывает на формирование урожая картофеля и корнеплодов. Например, на легких по механическому составу почвах (песчаные и супесчаные) получают картофель со стандартными клубнями, с плотной кожурой, с хорошей устойчивостью к фитопатогенным микроорганизмам. Выращенные в таких условиях клубни хорошо хранятся и обладают высокими вкусовыми качествами. На тяжелых почвах (глина и суглинок) клубни образуются мелкие, уродливой формы, кожура долго не грубеет, наблюдаются физиологические расстройства, снижены защитные реакции против фитопатогенов, вследствие чего сохраняемость резко падает. Аналогичным образом влияет механический состав почвы на качество и лежкость корнеплодов.

Таким образом, правильный выбор участка под культуру внутри хозяйства в сочетании с научно обоснованным районированием — основа высокого и качественного урожая.

В дальнейшем на первый план выходят мелиоративные мероприятия и агротехнические приемы, которые состоят из орошения и осушения, химической мелиорации, применения удобрений, физиологически ак-

тивных веществ и пестицидов. При использовании этих приемов важно соблюдать плановость и научно обоснованные нормы.

Чрезмерное орошение замедляет созревание плодов и овощей, клеточные стенки становятся тоньше; содержание воды в тканях увеличивается, а сухого вещества — снижается. В результате падает устойчивость к механическим воздействиям и фитопатогенам, что ведет к ухудшению качества и сохраняемости продукции. Недостаток влаги приводит к недобору урожая, а также снижению его товарного качества и пищевых достоинств.

Особое внимание следует уделять рациональной системе удобрений, применению физиологически активных веществ и пестицидов. При этом удобрения необходимо использовать строго на основе обеспеченности почвы элементами питания и с учетом особенностей отдельных культур.

Особую осторожность необходимо соблюдать при использовании азотных удобрений. Слишком высокий уровень азотного питания продлевает сроки вегетации культур, стимулирует развитие вегетативных органов в ущерб образованию репродуктивных и запасующих. При этом ухудшаются качество и устойчивость плодов и овощей при хранении.

Повышенные нормы азотных удобрений опасны еще и тем, что в продукции накапливается значительное количество нитратного и нитритного азота. Эти соединения очень вредны для здоровья человека и могут привести к отравлениям. В сутки в организм взрослого человека должно поступать не более 500 мг нитратов (для детей — еще меньше).

Для снижения содержания нитратов в плодоовощной продукции разработана система агротехнических приемов, которая включает следующие элементы:

- применение оптимальных доз азотных удобрений дифференцированно по этапам развития растений;
- известкование кислых почв (при этом повышается обеспеченность растений кальцием, который играет важную роль в азотном обмене);
- применение органических удобрений;
- использование ингибиторов нитрификации (дициандиаמיד, нитрапирин), которые необходимо вносить в почву совместно с минеральными удобрениями;
- защита растений от вредителей и болезней, т. к. повреждение листьев приводит к накоплению в запасующих органах нитратов;
- уборка продукции в оптимальные сроки и использование приемов, ускоряющих вызревание плодоовощной продукции.

Применение калийных и фосфорных удобрений в меньшей степени, чем азотных, сказывается на росте валовых сборов, но зато способствует оттоку образовавшихся в процессе фотосинтеза веществ в запасующие органы, синтезу гидрофильных коллоидов в клетках, благодаря которым вода более прочно удерживается. Это позволяет повысить в плодах и овощах количество запасных питательных веществ, витаминов, снижает подвяленность и механические повреждения продукции и поэтому повышает ее транспортабельность и сохраняемость.

Велико влияние микроэлементов на качество и сохранность плодово-овощной продукции. С их недостатком связано образование некрозов, гнилей и других физиологических расстройств.

Многие приемы агротехники в плодоводстве и овощеводстве также направлены на повышение сохраняемости продукции. Все более широкое применение механизированного возделывания, уборки и обработки продукции приводит к значительным механическим повреждениям плодов и овощей. Выполнение перечисленных операций вручную хотя и снижает количество механических повреждений продукции, но требует высоких затрат труда. При механизированном выполнении всех работ затраты труда снижаются, но при этом возрастает количество механически поврежденных экземпляров до 30 % и более. В связи с этим может резко ухудшаться сохранность продукции из-за ее поражения болезнями. Проблема сочетания ручного труда и механизации решается в каждом отдельном случае в зависимости от наличия рабочих рук, механизмов и назначения продукции.

На сохранность плодов и овощей в значительной степени влияют оптимальные условия хранения. При этом снижается интенсивность процессов обмена веществ, уменьшается испарение воды, предотвращается развитие болезней. Основными условиями, которые контролируют и поддерживают при хранении овощей и плодов, являются температура, относительная влажность воздуха и состав газовой среды.

Низкая температура замедляет процессы обмена веществ в продукции и препятствует развитию возбудителей заболеваний. Установлено, что снижение температуры на 10 °С уменьшает скорость биохимических реакций примерно в 2 раза. Однако переохлаждение овощей и плодов может вызвать физиологические расстройства, а у маточников задержать процессы дифференциации почек. При отрицательных температурах продукция подмерзает, нарушается структура тканей, образуются кристаллы льда, разрывающие клеточные стенки. Из оттаявших овощей и плодов вытекает клеточный сок, что способствует поражению их болезнями.

По отношению к температуре все овощи и плоды разделяют на три группы. В первую входят хорошо сохраняющиеся при температуре ниже 0°C (лук, чеснок, продовольственная капуста); во вторую — хорошо сохраняющиеся при температуре, близкой к 0°C или чуть выше ее (сюда относится большая часть плодоовощной продукции). В третью — хорошо сохраняющиеся при температуре $2...10^{\circ}\text{C}$ (картофель, томаты, огурцы, перец, цитрусовые, некоторые сорта яблок и груш, бананы).

В пределах конкретного вида овощей и плодов оптимальная температура при хранении существенно различается в зависимости от сорта. Особенно значительны сортовые различия у картофеля и яблок.

Температура хранения зависит также от степени вызревания овощей и плодов к моменту уборки. Вызревшую продукцию хранят при минимальной для каждого вида и сорта температуре. При хранении недозревшей продукции поддерживают повышенную температуру, чтобы она завершила послеуборочное дозревание. В условиях слишком низкой температуры плодовые овощи или отдельные сорта семечковых плодов вообще утрачивают способность дозревать. Так, бурые томаты, охлажденные до температуры $4...5^{\circ}\text{C}$, не дозревают даже при создании оптимальных условий.

При выборе температуры хранения необходимо учитывать целевое назначение картофеля, овощей или плодов. Продукцию, предназначенную для длительного хранения, помещают в условия минимально допустимой температуры. Если партия подлежит кратковременному хранению, то, наоборот, устанавливают повышенную для каждого вида или сорта температуру, чтобы продукция дозрела и успела приобрести высокие товарные и вкусовые качества.

При хранении семенного картофеля или маточников овощей поддерживают более высокую температуру, чем для продовольственной продукции. В таких условиях успешно проходит подготовка генеративных органов; в период вегетации семенники хорошо развиваются и дают высокий урожай семян. Например, корнеплоды продовольственного назначения хранят при температуре 0°C , а маточные — $1...1,5^{\circ}\text{C}$.

Для большинства видов овощей и плодов оптимальная относительная влажность воздуха при хранении — $90...95\%$. При более низкой влажности воздуха усиливается испарение воды, что приводит к увяданию плодов и овощей и потере массы продукции. Установлено, что потеря хранящейся продукцией $7...9\%$ влаги вызывает снижение упругости (тургора) тканей, ухудшает ее товарные и вкусовые качества, повышает восприимчивость к болезням.

Величина потери воды продукцией при хранении в первую очередь зависит от ее особенностей. Так, зеленные овощи из-за большой по-

верхности испарения и тонких покровных тканей быстро теряют тургор и увядают. На открытом воздухе листовые салат, зелень петрушки, сельдерея, зеленый лук теряют товарные качества через 1...3 ч. Поэтому склонные к увяданию виды плодоовощной продукции (зеленные овощи, редис, морковь, петрушка, хрен, яблоки с тонкой кожурой и слабо-развитым восковым налетом) необходимо хранить при более высокой относительной влажности (96...98 %). Лук, чеснок, тыкву, цитрусовые плоды, которые надежно защищены покровными тканями, можно хранить при влажности воздуха 75...80 %.

На испарение влаги из овощей и плодов влияет также скорость движения воздуха вокруг них: чем интенсивнее воздухообмен, тем сильнее испарение. Это необходимо учитывать при активном вентилировании продукции. Увеличение подачи воздуха по сравнению с рекомендуемой для каждого вида продукции может вызвать возрастание потерь от испарения воды.

Итак, при хранении основных видов овощей и плодов требуется поддерживать высокую относительную влажность воздуха. Но в таких условиях при пониженной температуре может произойти отпотевание продукции, что не менее вредно, чем увядание. Капельно-жидкая влага, образующаяся при отпотевании, способствует развитию вредных микроорганизмов, что вызывает потери, намного превышающие убыль массы от испарения. В связи с этим важнейшей задачей в процессе хранения является предотвращение отпотевания продукции. Основная причина, по которой возникает отпотевание продукции, — это резкий перепад температуры в хранилище, что приводит к наступлению точки росы. При этом чем выше влажность воздуха и чем ниже температура, тем меньший перепад температур приводит к наступлению точки росы. Для контроля за выпадением конденсата в хранилищах пользуются специальными таблицами и диаграммами, где учитываются относительная влажность воздуха (ОВВ), температура воздуха и продукта.

Отпотевание овощей и плодов будет и в том случае, если их из холодильника перенести в теплое помещение, поэтому охлажденные овощи или плоды вначале выдерживают в промежуточном помещении с более высокой температурой, чем в камере, а затем отправляют на реализацию.

Атмосфера воздуха при обычных способах хранения изменяется незначительно. При ограниченном поступлении воздуха (в полиэтиленовых упаковках, в глухих траншеях и буртах) в результате дыхания продукции содержание O_2 уменьшается, а концентрация CO_2 возрастает до 3...5 %. Это снижает интенсивность обмена веществ, сокращает потери и увеличивает срок хранения.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается отличие лежкости от сохраняемости плодов и овощей?
2. Почему плоды и овощи обладают слабой устойчивостью к неблагоприятным факторам при хранении?
3. На какие группы в зависимости от лежкости подразделяется плодоовощная продукция?
4. Характеристика плодов и овощей как объектов хранения.
5. Почему ягоды и листовые овощи относят к слаболежким объектам?
6. Зависимость интенсивности дыхания плодов и овощей от условий хранения.
7. Какими факторами обусловлена устойчивость плодоовощной продукции при хранении?
8. Влияние условий выращивания на качество и сохраняемость плодов и овощей.
9. Какие мероприятия направлены на снижение содержания нитратов в плодоовощной продукции?
10. Каковы оптимальные условия хранения плодов и овощей?



Глава 19.

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ

Физические и теплофизические свойства плодов и овощей

На хранение ежегодно поступает около 60 видов овощей и более 20 видов плодов и ягод. Несмотря на большое внешнее разнообразие этих продуктов, их свойства как объектов хранения во многом сходны. Это позволяет применять общие принципы организации работы по обработке и подготовке их к хранению.

Любая партия картофеля, овощей и плодов редко бывает однородной по составу. Вместе с основной продукцией в ворах попадает то или иное количество примесей. В каждой неотсортированной партии обычно содержатся поврежденные плоды, клубни, корнеплоды и т. п. В период хранения в этих партиях протекают многочисленные физиологические, биохимические процессы, так как и после уборки плоды и овощи остаются живыми организмами.

Рассмотрим некоторые особенности партий этих продуктов, которые необходимо учитывать при транспортировке, погрузочно-разгрузочных работах и хранении. К *физическим свойствам* плодоовощных масс относятся: сыпучесть, самосортирование, скважистость, механическая прочность.

По сравнению с зерном плоды и овощи обладают меньшей *сыпучестью*. Плоды косточковых более сыпучи благодаря их округлой форме. При закладке в бурты картофель и овощи укладывают по углу естественного откоса, который изменяется в пределах 40...45°. Если необходимо перемещать продукцию по транспортеру, то ленту устанавливают так, чтобы угол ее наклона был меньше, чем угол трения, иначе овощи будут скатываться с транспортера.

Скважистость овощей и плодов — это объем пор в 1 м³ насыпи. Она определяется главным образом величиной и формой отдельных экземпляров. В большинстве случаев она достаточно велика и колеблется в пределах от 30 до 50%. Имеет значение не только скважистость,

но и размер пор, так как от него зависит сопротивление движению воздуха. Большое значение для жизнедеятельности хранимых объектов имеет запас воздуха в скважинах. Скважистость способствует передаче путем конвекции тепла и перемещению влаги в виде пара. Благодаря скважистости возможно использование таких приемов, как активное вентилирование, дезинфекция и дезинсекция. При увеличении высоты насыпи плодов и овощей и повышенной загрязненности скважистость уменьшается.

Самосортирование проявляется при использовании механизированных средств загрузки хранилищ. Более крупные экземпляры продукции, с большей удельной массой распределяются вблизи падения, а мелкие — дальше. В связи с этим создаются участки с меньшей скважистостью и меньшей обеспеченностью воздухом. Предупредить самосортирование можно сортировкой, калибровкой и очисткой продукции от примесей.

Механическая прочность характеризуется удельным сопротивлением продукта вдавливанию штампа площадью 1 см^2 и выражается в $[\text{кг}/\text{см}^2]$. Ее характеризуют также усилием на раздавливание — сжатием между двумя пластинами. Удельное сопротивление зависит от прочности структуры объекта, его размера и массы. Так, у клубней картофеля оно колеблется от 17 до $25 \text{ кг}/\text{см}^2$. Механическая прочность предопределяет высоту насыпи продуктов при хранении.

Своеобразие условий в массе продукции обуславливается, с одной стороны, процессами жизнедеятельности самих объектов хранения, с другой — *телофизическими свойствами* насыпи. Наибольшее значение среди них имеют следующие: тепловыделение (определяемое в основном процессом дыхания); теплоемкость и теплопроводность продукции; условия рассеяния тепла и влаги из штабеля, обуславливаемые особенностями продукции (скважистость и величина пор) и системой вентилирования.

Интенсивность *тепловыделения* плодоовощной продукции высокая, что объясняется большим содержанием воды и — как следствие — интенсивным дыханием и обменом веществ.

Тепло- и температуропроводность у картофеля, овощей и плодов низкие. Поэтому партии плодов и овощей медленно охлаждаются и так же медленно нагреваются. Этому способствует и высокая скважистость плодоовощной продукции, так как воздух является плохим проводником тепла. Например, коэффициент теплопроводности основных видов овощей лежит в пределах $0,34...0,52 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$. Вследствие плохой тепло- и температуропроводности всех этих объектов и возникает самосогревание, приводящее к порче продуктов. Теплофизические свойства

учитываются при активном вентилировании, расчетах параметров хранения и скорости охлаждения продукции.

При слишком низкой температуре окружающей среды сочная продукция подвержена *замерзанию*. Замерзание плодов и овощей наблюдается от $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (огурцы, томаты) до $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (свекла, морковь), что крайне ограничивает возможность сохранения продуктов в свежем виде. Вначале в лед превращается вода, затем — другие части объекта. При этом температура замерзания отдельных частей растений различна. Так, белые листья кочана капусты замерзают при $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$, а наружные зеленые листья «отходят» даже после $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Замерзание тем быстрее, чем меньше объект. При подмораживании плоды и овощи темнеют, изменяют вкус и запах: одни приобретают сладкий привкус (картофель, яблоки), другие — запах прелого сена или затхлый.

При замораживании в присутствии ферментов происходит окисление дубильных веществ, вследствие чего замороженные плоды и овощи буреют. Гидролитическая активность ферментов особенно возрастает после размораживания — дефростации. Таким образом, подмораживания плодов и овощей допустить нельзя, так как это резко снижает их качество.

Однако существуют специальные методы быстрого замораживания плодоовощной продукции низкими температурами ($-36\text{ }^{\circ}\text{C}$), при которых их качество сохраняется.

Влияние микроорганизмов на сохранность сочной продукции

Основная причина порчи плодоовощной продукции при хранении — активное развитие микроорганизмов. Загнивание плодов и овощей при хранении могут вызывать свыше 150 видов грибов. Подавляющая их часть заражает плоды и овощи еще на материнском растении и продолжает развиваться во время хранения. Типичный пример — очень опасная болезнь картофеля и томатов — фитофтороз. Вместе с тем известны фитопатогенные микроорганизмы, поражающие плоды и овощи только в период хранения. К числу типичных представителей этой группы микроорганизмов относятся грибы из рода пенициллиум (*Penicillium*).

Бактериальные заболевания встречаются значительно реже, однако некоторые из них также приводят к очень большим потерям плодоовощной продукции при хранении.

В процессе эволюции фитопатогенные грибы приобрели самые разнообразные свойства, позволяющие им паразитировать на сочных растительных объектах. И все же по способности проникать в расте-

ния все паразитные грибы можно разделить на две группы. К первой группе (так называемым раневым паразитам) принадлежат грибы, способные проникать лишь через поврежденные ткани; здоровые покровные ткани растений для них являются практически непреодолимым барьером. К их числу относятся грибы из рода фузариум (*Fusarium*), пенициллиум, в некоторой мере ботритис (*Botrytis*). В настоящее время они являются основным источником потерь при хранении. Вторую группу составляют микроорганизмы, располагающие специальным морфологическим аппаратом для разрушения покровных тканей растений.

К их числу относятся паразиты, поражающие плоды и овощи еще на материнском растении, — возбудители фитофтороза, антракноза и др. Данная группа микроорганизмов осуществляет свою разрушительную деятельность обычно с помощью выделяемых ими веществ — токсинов. Свидетельством данному факту является то, что вытяжка из мицелия гриба вызывает на растениях те же симптомы заболевания, что и сами грибы. С помощью токсинов микроорганизмы отравляют здоровые клетки.

Другое средство, с помощью которого микроорганизмы осуществляют свою разрушительную деятельность, — выделяемые ими ферменты, причем в некоторых случаях они являются составной частью токсинов. Фитопатогенные организмы обладают очень большим набором ферментов. При этом большую роль играют пектолитические ферменты. С их помощью микроорганизмы вызывают мацерацию — размягчение растительных тканей, что способствует инфицированию.

Однако не следует считать сочные растительные объекты пассивной питательной средой для патогенных микроорганизмов. Болезненный процесс — это не только повреждение организма, но и борьба его за восстановление нормы. Решающее значение при этом принадлежит естественному иммунитету растений. Различают два вида иммунитета: видовой, или неспецифический, и сортовой, или специфический.

Наиболее распространен *неспецифический* иммунитет. Благодаря ему целые роды и виды растений совсем не подвергаются определенным заболеваниям. Например, картофель не поражается серой гнилью, капуста — картофельной гнилью и т. д.

Специфический иммунитет определяет устойчивость отдельных сортов внутри вида к тем паразитам, которые в процессе эволюции приспособились к развитию именно на этих видах растений. Часто это связано с тем, что растения выделяют токсические по отношению к микроорганизмам вещества — фитонциды и фитоалексины. В настоящее время они выделены из растений 21 семейства.

С другой стороны, даже самые сильные фитонциды не оказывают токсического действия на микроорганизмы, приспособившиеся развиваться на растениях, для которых эти паразиты являются специфическими. Типичный пример — фитонциды лука. Обладая высокой токсичностью в отношении многих микроорганизмов, они совершенно не токсичны к возбудителю серой гнили — специфическому паразиту лука.

Таким образом, в явлении специфического иммунитета решающее значение имеют защитные реакции, возникающие в клетках растения-хозяина в ответ на проникновение в них патогенных микроорганизмов. При этом более устойчивые к болезням сорта растений способны прижизненно образовывать ингибиторы паразитов. Их образование в растительной клетке индуцируется паразитом, и они же вызывают его гибель. В этом заложен смысл защитной реакции растений на вмешательство паразитов.

Универсальной, неспецифической ответной реакцией на инфицирование фитопатогенами является возрастание в растительных тканях дыхания и усиление энергетического обмена, имеющего целью обеспечить энергией и пластическими материалами ответные защитные реакции растений.

К числу защитных приспособлений растений относятся и разнообразные механические барьеры на пути проникновения инфекции — наличие на поверхности плодов и овощей волосков, воскового налета и т. д. Сюда же можно отнести и образование раневой перидермы, пропитанной суберином на клубнях картофеля и корнеплодов.

Однако всегда следует помнить, что предупредить любую болезнь гораздо легче, чем ее лечить. Особенно трудно, а порой и невозможно ликвидировать заболевание плодов и овощей в хранилищах. Здесь быстрому развитию инфекции способствует большая концентрация продуктов на небольшой площади, повышенная влажность и наличие легкодоступных питательных веществ.

Состав и превращение веществ, содержащихся в плодах и овощах

На первых этапах хранения процессы, происходящие в плодах и овощах, являются в значительной мере продолжением процессов, происходящих в них еще на материнском растении. Однако между теми и другими процессами имеются существенные различия. В вегетирующем растении непрерывно синтезируются органические вещества, поступают вода и минеральные вещества. При этом часть воды испа-

ряется, часть органических веществ расходуется на дыхание, но этот расход непрерывно компенсируется. С момента же уборки плодов и овощей синтетические процессы в них прекращаются, и начинается некомпенсируемое обеднение их тканей органическими веществами и водой. Поэтому одна из основных задач при хранении — создание таких условий, при которых все виды потерь были бы по возможности минимальными. Однако полностью предупредить их невозможно, так как плоды и овощи должны на протяжении всего периода хранения оставаться живыми. В живых же объектах биохимические процессы продолжают даже при очень низкой температуре благодаря действию мощной системы различных ферментов.

Разнообразным изменениям подвергается большая часть веществ, входящих в состав плодов и овощей. Изменчивости этих веществ способствует богатство тканей водой, на долю которой приходится в среднем 90 %. До 95 % воды содержится в огурцах, баклажанах, томатах, около 80 % — в яблоках и винограде. В картофеле и свекле содержится в среднем 75 % воды.

По этому признаку все овощи и фрукты объединяют в группу сочного растительного сырья. Эта группа имеет огромное значение в питании человека и в кормлении животных. В состав плодов и овощей входят разнообразные вещества, большинство которых растворимы в воде.

К нерастворимым в воде веществам относятся: целлюлоза, гемицеллюлоза (протопектин), крахмал, минеральные вещества. К растворимым — сахара, спирты, пектин, органические кислоты, дубильные вещества, водорастворимые витамины, ферменты. При большом количестве воды и питательных веществ создаются благоприятные условия для развития микроорганизмов, деятельность которых и является основной причиной порчи плодов и овощей. Поэтому их относят к группе скоропортящихся продуктов, и без принятия надлежащих мер они не могут храниться в течение длительного времени. Кроме углеводов и белков, в состав овощей и плодов входят различные вкусовые и ароматические вещества, придающие пище вкус и аромат. На одного человека по норме требуется в год картофеля 100...110 кг, овощей и бахчевых — 135 кг, плодов и ягод — 70 кг.

Как уже отмечалось, основная причина, затрудняющая хранение сочной растительной продукции, — содержание в них большого количества воды, что усиливает интенсивность обмена веществ в клетках. Подавляющая часть воды находится в свободной подвижной форме и лишь 1/5 ее — в связанном состоянии, что обуславливает повышенную чувствительность этой группы продуктов к условиям окружающей среды. Чтобы понизить интенсивность обмена веществ, основную

часть овощей и плодов хранят при температуре, близкой к 0 °С, то есть в условиях психроанабиоза (хранение в охлажденном состоянии) и относительной влажности воздуха — 85...98 %.

Углеводы. Это основной источник энергии. К углеводам относятся большое число химических соединений, которые объединяются в три группы. Моносахариды — это простые сахара, состоящие из одной углеродной цепочки; дисахариды — это сахара, из каждой молекулы которых при распаде получается две молекулы моносахаридов; полисахариды расщепляются на большое число моносахаров. К содержащимся в плодах и овощах моносахаридам относятся глюкоза, фруктоза, ксилоза, манноза, рибоза, сорбоза, арабиноза, а к дисахаридам — сахароза, реже мальтоза. Полисахариды представлены в основном крахмалом, клетчаткой и пектиновыми веществами.

Отдельные виды плодов и овощей сильно отличаются между собой по составу углеводов. Так, большая часть углеводов картофеля приходится на крахмал. В зеленом овощном горохе основная часть углеводов состоит из равных частей крахмала и сахаров. В зрелых яблоках практически отсутствует крахмал, углеводы представлены преимущественно глюкозой, фруктозой и сахарозой. В хурме нет сахарозы, сахара состоят из глюкозы и фруктозы. В винограде сахара представлены только *глюкозой*, поэтому его часто называют виноградным сахаром.

Фруктоза — самая сладкая из всех сахаров. Она трудно кристаллизуется, мало устойчива и даже при простом кипячении разлагается. Это необходимо помнить при переработке плодов и ягод.

Широко распространена в плодах, овощах и ягодах *сахароза* ($C_{12}H_{22}O_{11}$). Особенно много ее содержит сахарная свекла (17...18 %) и стебли сахарного тростника (14...26 %). Сахароза под действием кислот или фермента инвертазы распадается с присоединением воды на глюкозу и фруктозу. Эта реакция называется инверсией, а полученный продукт — инвертным сахаром. Он широко используется в кондитерской промышленности, так как обладает высокой гигроскопичностью и не засахаривается. Наибольшей гигроскопичностью обладает фруктоза. Поэтому все сушеные продукты, которые содержат значительное количество фруктозы, при хранении в обычных условиях будут сильно поглощать влагу из воздуха и их необходимо хранить в герметической упаковке.

Сладость плодов и овощей определяется сахарокислотным коэффициентом (отношением сахара и кислот). Например, наблюдающееся при хранении возрастание сладости плодов чаще всего обусловлено уменьшением содержания кислот, в результате которого возрастает сахарокислотный коэффициент.

Полисахариды в воде растворимы плохо и представляют собой менее активную форму углеводов. Наиболее стойкий полисахарид — *клетчатка*. Она составляет главную массу клеточных стенок. Клетчатка не усваивается человеческим организмом и плохо усваивается микроорганизмами. Поэтому неповрежденные покровные ткани служат надежным барьером на пути проникновения микроорганизмов в растительную клетку. В связи с этим очень важно защитить плоды и овощи от механических повреждений. Содержание клетчатки в плодах колеблется от 0,5 до 2,0 %, а в овощах — от 0,2 до 3,0 %. В плодах и овощах южных сортов содержание клетчатки выше, чем в плодах и овощах средней полосы РФ. Поэтому южные сорта обладают большей стойкостью при транспортировке и хранении.

Пектиновые вещества (от греч. *pektos* свернувшийся, замерзший) — сложные соединения различных полисахаридов. В большинстве случаев это коллоидные вещества, которые в присутствии сахаров и кислот образуют студни. Способность многих плодов образовывать желе обусловлена наличием в них пектиновых веществ.

В зависимости от химических свойств различают две основные группы пектинов: протопектин и пектин. От скорости перехода нерастворимого протопектина в растворимый пектин во многом зависит лежкость яблок и других плодов. Пектиновые вещества, являясь сильно гидрофильными, способствуют набуханию клеточных стенок, защищают плазму от коагуляции и предотвращают высыхание клеток при недостатке влаги. Поэтому пектиновые вещества надо рассматривать как соединения, выполняющие важные физиологические функции в растительном организме. Пектин из цитрусовых и яблок многих сортов имеет высокую желеобразующую способность, а пектин из овощей не обладает желеобразующей способностью.

Из всех полисахаридов, содержащихся в плодах и овощах, наибольшее значение как пищевой продукт имеет *крахмал*. Крахмал находится в растительных клетках в виде зерен, различных по форме и размеру. Он нерастворим в холодной воде, а в горячей сильно набухает, образуя густой коллоидный раствор — клейстер. Крахмал имеет большой удельный вес (1,5...1,6) и поэтому может быть легко выделен механическим путем из клетки.

Картофель содержит крахмала от 14 до 25 % (в среднем 16...17 %). Его количество зависит от сорта, условий выращивания, размера клубня и пр. Наибольшее количество крахмала содержится в сердцевине клубня, а к поверхности уменьшается.

Крахмал имеется и в других овощах, но в меньших количествах, а также в недозрелых семечковых плодах. Зимние сорта яблок ко вре-

мени съема содержат 1,0...1,5 % крахмала, который при дальнейшем хранении в течение 1,5 мес. весь осахаривается. Таким образом, семечковые плоды отличаются от других плодов тем, что благодаря содержанию крахмала в первые месяцы хранения общее содержание сахаров в них не только не понижается, но даже несколько повышается.

В клубнях картофеля одновременно происходит как распад крахмала до сахаров, так и превращение сахаров в крахмал. У других овощей и плодов сахара в крахмал вновь не переходят. Так, зеленые бананы содержат до 20 % крахмала и лишь 1 % сахара. После хранения практически весь крахмал превращается в сахар. Иначе этот процесс протекает в зеленом горошке, в зерне которого сахар переходит в крахмал, отчего ухудшаются вкусовые качества.

Азотистые вещества. Плоды и овощи имеют сравнительно низкое содержание азотистых веществ — 0,6...7,0 %. Количественно преобладают белки — 4,0...6,0 %. По содержанию белков выделяются орехи (16...25 %), маслины, бобовые (4...6 %), а также брюссельская капуста, белки которых полноценны.

Белки, или протеины (*от греч. protos* первый), имеют первостепенное значение в жизнедеятельности любого организма. Связано это со свойствами белковой молекулы — высокой лабильностью (легко вступает в реакции со многими веществами) и высокой устойчивостью белков к неблагоприятным внешним воздействиям. Возможность вмещать в молекуле белка два таких важных свойства объясняется особенностью ее строения — каждая молекула состоит из большого числа аминокислот. К настоящему времени в составе белков их обнаружено 22. В плодах и овощах обнаружены все известные аминокислоты, в том числе и незаменимые.

При хранении белок распадается на свободные аминокислоты. При этом могут накапливаться аминокислоты, отсутствующие в момент уборки урожая. Так, по мере хранения картофеля за счет распада белка в нем возрастает содержание тирозина, которого сравнительно мало в свежесобранных клубнях. С повышением содержания тирозина связано почернение мякоти картофеля при хранении.

В последние годы большое внимание уделяется содержанию в продуктах питания *нитратов* (NO_3^+). Это объясняется потенциальной токсичностью нитратов, которая заключается в том, что они в организме окисляются до *нитритов* (NO_2^+). Нитриты в организме человека окисляют двухвалентное железо Fe^{2+} гемоглобина в трехвалентное Fe^{3+} , что приводит к болезни — метгемоглобинемии. При нормальном физиологическом состоянии в организме образуется примерно 2 % метгемоглобина, а при его концентрации 6...7 % наблюдаются первые

признаки болезни; при содержании более 40 % наступает летальный исход. Болезнь сопровождается посинением кожного покрова, сердечной и легочной недостаточностью.

Согласно данным ВОЗ, допустимая норма нитратов составляет 5 мг NaNO_3 в сутки на 1 кг массы человека. В РФ допустимая норма поступления нитратов для взрослого человека составляет 300...350 мг/сут. Минздравом РФ утверждены также предельно допустимые концентрации (ПДК) нитратов в различных плодах и овощах, содержание которых в зависимости от вида продукта колеблется от 60 до 1500 мг/кг.

Липиды. Большинство плодов и овощей отличается низким содержанием липидов (0,01...0,2 %), кроме орехоплодных (30...70 %), маслин (55 %), облепихи (до 8 %), бобовых (2...4 %), а также семян и косточек плодов (13...25 %). В плодах и овощах они представлены жирами, восками, кутином и стероидами.

В связи с низким содержанием жира в плодах и овощах он не расходуется на энергетические цели, поэтому его количество при хранении почти не изменяется или даже происходит биосинтез жиров. Например, при хранении картофеля его количество возрастает на 24...30 %. Однако сильно изменяются жиры в орехах. При хранении их количество уменьшается за счет дыхания, происходит окисление и прогоркание жира, что делает орехи непригодными для пищевых целей.

Восковой налет многих плодов и овощей представлен твердыми и мягкими восками. Твердый воск на поверхности кожицы образует мельчайшие зернышки, мягкий — пропитывает ее. Кроме твердого и мягкого восков, в восковом налете содержится кутин и другие вещества. Кутин образует решетку кутикулы, покрывающей эпидермис многих плодов и овощей. Пустоты этой решетки заполнены восками.

Воски и кутин являются инертными гидрофобными веществами, не поддающимися окислению, действию ферментов, слабых кислот, щелочей и микроорганизмов. Благодаря этим свойствам кутикула предупреждает увядание от излишнего испарения воды, увлажнения, поражения микроорганизмами. Удаление или повреждение кутикулы снижает устойчивость плодов и овощей при хранении.

Эфирные масла. Они обуславливают аромат плодов и овощей. Их концентрация колеблется от 0,0007...0,0008 до 2...3 %. В их состав входят сложные эфиры кислот и спиртов, некоторые другие соединения. Эти вещества используют в парфюмерной, пищевой, кондитерской промышленности как ароматические добавки, а также для приготовления фруктовых эссенций.

При солнечной, теплой погоде плоды и овощи получают значительно ароматнее, чем в прохладную и дождливую.

Кислоты. Плодам и овощам кислотные свойства сообщают содержащиеся в них органические и минеральные кислоты: яблочная, лимонная, винная, шавелевая, бензойная, салициловая и др. Они участвуют в процессе дыхания как энергетический материал. Кроме того, некоторые органические кислоты (бензойная, салициловая, лимонная и др.) обладают бактерицидными свойствами. Содержание их в плодах и овощах колеблется в широких пределах: в плодах — от 2 до 7%, в овощах — от 0,1 до 1,5%.

По содержанию кислот плоды и овощи условно делят на три группы: с высоким содержанием кислот 2,0...7,0% (кисло-сладкие) — черная, красная, белая смородина, вишня, рябина, алыча, облепиха, клюква, лимоны, шавель и ревень; со средним содержанием кислот — 0,5...1,9% (сладко-кислые плоды) — семечковые, косточковые, ягоды, цитрусовые, томаты; с низким содержанием кислот — 0,1...0,4% (некислые плоды) — груши, бананы, инжир, финики, хурма, дыни, арбузы и огурцы. При порче свежих плодов и овощей появляются уксусная, масляная, пропионовая кислоты.

Для оценки вкуса плодов и овощей рассчитывают сахарокислотный коэффициент $K_{ск}$, %, с учетом разной степени сладости сахаров:

$$K_{ск} = \frac{C_{\text{глюкозы}} \cdot 100 + C_{\text{фруктозы}} \cdot 200 + C_{\text{сахарозы}} \cdot 145}{C_{\text{кислоты}}},$$

где C — содержание глюкозы, фруктозы, сахарозы и кислоты, %.

При хранении плодов и овощей количество кислот уменьшается за счет использования их на дыхание и декарбоксилирование.

Гликозиды. Это вещества, представляющие собой эфиробразные соединения сахаров со спиртами, маслами, фенолами и другими веществами. Обладают резко выраженным горьким вкусом. Гликозиды токсичны для патогенных микроорганизмов и поэтому обуславливают устойчивость плодов и овощей к болезням при хранении. К гликозидам относятся амигдалин, соланин, синигрин и вакцинин.

Амигдалин находится в семенах косточковых плодов, а в семенах горького дикого миндаля его содержание достигает 3,5%. При кислотном гидролизе и под действием ферментов из амигдалина выделяется синильная кислота, которая вызывает отравление организма.

Соланин содержится в растениях семейства Пасленовые Solanaceae — паслёне, томате, картофеле. Содержание соланина в клубнях картофеля неравномерно и характеризуется следующими средними данными (в мг%): кожа — 30...64; мякоть — 1...10; ростки — 420...700. Образование соланина в клубнях картофеля интенсивно происходит на свету.

Поэтому для повышения сохранности семенного картофеля проводят озеленение клубней. Продовольственный и семенной картофель нельзя хранить на свету, так как образующийся соланин ядовит для организма человека и животных.

Синигрин содержится в растениях семейства Капустные Brassicaceae — горчице, хрене, редьке. Придает овощам острый вкус и едкий запах, так как в состав агликона входит сера.

Вакцинин содержится в ягодах клюквы и брусники. Входящая в состав вакцинина бензойная кислота является сильным антибиотиком, и поэтому ягоды брусники и клюквы сохраняются длительное время без признаков порчи.

Дубильные вещества. Они относятся к полифенольным соединениям и придают плодам характерный вяжущий вкус. Содержание дубильных веществ в плодах и ягодах колеблется в пределах 0,02...0,20 %, а в рябине, терне достигает 1 %; в овощах их практически нет.

Различают две группы дубильных веществ: *гидролизуемые*, т. е. распадающиеся на составные части в кислой среде и под действием ферментов (танин), и *конденсированные*, или устойчивые к внешним воздействиям (катехин).

Все группы дубильных веществ при взаимодействии с солями железа или при участии ферментов полифенолоксидаз образуют темноокрашенные вещества — флорафены. Кроме того, дубильные вещества обладают антибиотическим и ростиингибирующим действием.

Фитонциды и фитоалексины. Это вещества разнообразной химической природы, способные подавлять или прекращать жизнедеятельность патогенных микроорганизмов.

Фитонциды в тканях плодов и овощей присутствуют независимо от контакта с микроорганизмами и являются продуктами нормального обмена веществ. К ним относят эфирные масла лука, чеснока, цитрусовых, горчицы, хрена, редьки, фенольные и другие соединения.

Фитонциды различаются составом и степенью активности. Из чеснока в чистом виде выделены бактерицидные вещества (аллицин и сативин), которые растворяются в спирте и вызывают гибель микроорганизмов.

Фитонциды используют для продления сроков хранения плодов и овощей, так как они препятствуют развитию гнилостных процессов. Например, фитонциды лука, полученные вытяжкой, удлиняют срок хранения моркови.

Фитоалексины — это антибиотики растительного происхождения. Они отсутствуют в неповрежденной ткани и синтезируются плодами

и овощами при механических повреждениях или инфицировании микроорганизмами. Для разных видов плодов и овощей характерны различные фитоалексины: решитин и любимин — у картофеля, томатов, баклажанов; изокумарин — у моркови; пизатин — у гороха; фазеолин — у фасоли; капсидиол — у перца и др.

Красящие вещества. Красящие вещества, или пигменты, плодов и овощей представляют собой гликозиды фенольных соединений. Эти вещества участвуют в процессе фотосинтеза, обладают физиологической активностью и обуславливают окраску плодов и овощей.

Плоды и овощи содержат в основном такие пигменты, как хлорофилл, каротиноиды, антоцианы и флавоновые пигменты. Хлорофилл — пигмент зеленых растений. По химической структуре близок к гемоглобину крови и содержит магний. При созревании плодов и овощей содержание хлорофилла уменьшается, а каротиноидов — увеличивается. При тепловой обработке хлорофилл переходит в феофитин, придавая продуктам бурую окраску. Каротиноиды содержатся во многих плодах и овощах, придавая им окраску от красной до оранжевой. Каротиноиды подразделяют на каротин, ксантофилл, капсантин. Каротин — пигмент оранжевого цвета, присутствует в моркови, абрикосах, персиках, тыкве и др.; ксантория — желтый пигмент листьев, содержится в кожуре цитрусовых; ликопин обуславливает красную окраску томатов; капсаицин придает красную окраску перцу и т. д.

Флаванол кверцетин, которого много в наружных сухих чешуях лука, придает желтую окраску, антоцианы в зависимости от pH среды изменяют окраску от алой до розовой, обуславливают окраску цветов, плодов, ягод и некоторых овощей.

Витамины. Это органические вещества разнообразной химической природы. Витамины не являются источником питания, а являются регуляторами обмена веществ. Их недостаток приводит к различным заболеваниям. Сочная растительная продукция является важнейшим источником витаминов для человека.

Минеральные вещества. Плоды и овощи для организма человека являются ценными поставками разнообразных минеральных веществ, особенно калия, магния, кальция, железа, потребность в которых за счет плодоовощной продукции удовлетворяется на 20...30%, причем овощи и грибы отличаются более высокой зольностью (0,7...2,3%), чем плоды и плодовые овощи (0,3...1,3%).

Минеральные вещества входят в состав структурных компонентов клетки, являются активной частью ферментов, витаминов и других биологически активных веществ.

Контрольные вопросы

1. Какое значение имеют сквашиваемость и самосортирование плодов и овощей в практике их хранения?
2. Теплофизические свойства плодов, овощей и картофеля.
3. Влияние микроорганизмов на сохраняемость плодов и овощей.
4. Какими видами иммунитета обладает плодоовощная продукция?
5. Почему плоды и овощи объединяют в группу сочного растительного сырья?
6. Дайте характеристику химического состава плодов и овощей.



МЕТОДЫ ХРАНЕНИЯ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ. ПОЛЕВОЕ ХРАНЕНИЕ

Виды тары и способы упаковки плодов и овощей

Для предотвращения механических повреждений плодов и овощей и механизированного выполнения погрузочно-разгрузочных работ при уборке применяют различные виды тары. Это главным образом контейнеры, ящики, лотки, картонные коробки, мешки, вкладыши и пакеты из полимерных пленок и другие виды.

Контейнеры — крупные ящики с внутренним объемом 0,5...1 м³ и более. Они могут быть из деревянных реек на металлическом каркасе или цельнометаллическими. Для плодов семечковых используют стационарные контейнеры. Для картофеля и устойчивых к механическим повреждениям овощей — сборные контейнеры на 250...400 кг. Иногда вместо деревянных боковых стенок выкладывают пакеты-вкладыши из толстой (100...200 мкм) полиэтиленовой пленки. Такой контейнер называется комбинированным. Он легче и вместительнее стандартного, и потери в нем плодов и овощей при хранении вдвое меньше нормативных.

В качестве тары для плодоовощной продукции широко используют деревянные ящики и лотки вместимостью от 15 до 35 кг. Они имеют различные номера, размеры и назначение. Ящики для транспортировки и хранения размещают пакетами на поддонах. Наиболее удобны в эксплуатации двухнастильные поддоны с площадкой стандартного размера 800 × 1200 мм или 1000 × 1200 мм. Электропогрузчик может захватывать такой поддон со всех четырех сторон. Ящики на поддоне 1000 × 1200 мм укладывают «пятерником» в 4 ряда, благодаря чему они прочно удерживаются в пакете. Например, при использовании стандартного ящика для яблок размером 634 × 400 × 286 мм на площадке поддона 1000 × 1200 мм пакет состоит из 20 ящиков. На поддоне 1000 × 1200 мм ящики укладывают один над другим. В этом случае пакет состоит из 16 ящиков.

Для хранения винограда, сливы, томатов применяют ящики-лотки малой вместимости и невысокой механической прочности. В этих случаях, как и для картонной тары, прибегают к пакетированию продукции на стоечных поддонах. На таких поддонах имеются вертикальные

металлические стойки, которые воспринимают часть давления ящиков верхних рядов.

В картонные коробки упаковывают плоды семечковых и цитрусовых. Стоимость этой тары значительно меньше, чем деревянных ящиков. Недостаток ее — потеря прочности в результате отсыревания.

В тканевые мешки и сетки упаковывают картофель, лук, корнеплоды, кочанную капусту. Их используют при транспортировании продукции.

В полиэтиленовые мешки вместимостью до 30 кг помещают морковь, репу, редис, петрушку, сельдерей; в полиэтиленовые пакеты вместимостью 1...1,5 кг — зелень петрушки и сельдерея, салат, редис, огурцы. Заполненные пакеты устанавливают в ящик. В этом случае продукция хорошо переносит транспортировку и хранится с минимальными потерями. В решета, кузовки укладывают ягоды.

Продукцию в ящиках и коробках перекалывают деревянной стружкой, выстилочной и заверточной бумагой, картоном, полиэтиленовой пленкой. Стружку применяют липовую или ольховую, без постороннего запаха. Перед упаковкой плодов ящики выстилают чистой бумагой, концы которой выводят наружу, чтобы потом прикрыть верхний слой плодов. На дно ящика кладут слой стружки 1...2 см, укрывают бумагой и укладывают первый слой плодов.

Применяют три основных способа укладки плодов в ящики: пряморядный, шахматный и диагональный (рис. 18). При пряморядной укладке плоды располагают так, чтобы плоды последующих слоев располагались точно на плодах нижнего ряда. При шахматной укладке в каждом слое плоды следующего ряда сдвигаются по отношению к плодам предыдущего ряда вправо или влево на половину их диаметра. Таким образом, каждый экземпляр попадает в углубление, образующееся от двух

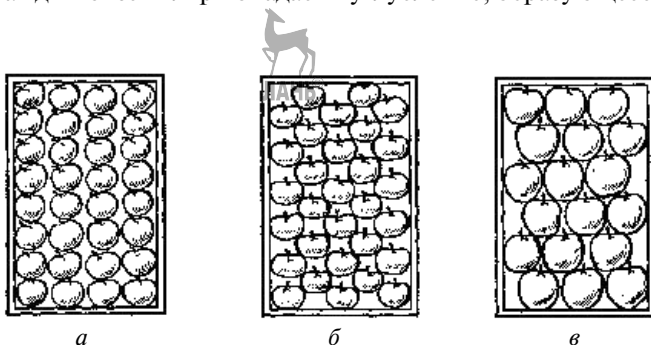


Рис. 18. Способы укладки плодов:

а — пряморядная; б — шахматная; в — диагональная

соседних плодов нижнего слоя. Во время диагональной укладки плоды первого ряда размещают с промежутками по ширине ящика, а плоды второго ряда вкладывают в промежутки между плодами первого так, чтобы они заходили в них на четверть своего диаметра.

Самое меньшее давление плоды испытывают при диагональном способе укладки, так как каждый экземпляр в этом случае соприкасается с соседними в 12 точках, при шахматном — в 8, прямоугольном — в 6 точках. Прочные плоды укладываются рядами способом, а более нежные — шахматным и диагональным.

Разместив последний ряд плодов, его укрывают концами бумаги, сверху кладут слой стружки и забивают крышкой. Расход стружки составляет 30...40 кг на 1 т плодов. При упаковке яблок и груш ценных помолологических сортов высокого товарного качества каждый экземпляр заворачивают в тонкую бумагу. На 1 т плодов расходуют 12 кг оберточной бумаги.

Эффективно применение при упаковке плодов ячеистых прокладок из прессованного картона или синтетических материалов. При этом слои продукции отделены друг от друга, каждый плод располагается в ячейке, не повреждается в результате давления соседних и не перемещается при перестановке ящиков. Кроме того, данный способ упаковки сдерживает распространение болезней в процессе хранения. Однако использование прокладок уменьшает вместимость ящиков.

Для упаковки винограда ящики выстилают бумагой, грозди укладывают плотными рядами гребнями внутрь. Плоды цитрусовых упаковывают в ящики или коробки, при этом лимоны заворачивают в бумагу. Все более широкое применение в качестве упаковочного материала находит полиэтиленовая пленка толщиной 30...40 мкм. Ею выстилают ящики или коробки при упаковке яблок, черешни, винограда, огурцов, зеленных овощей, цветной капусты и др.

Полевое хранение овощей: типовые бурты и траншеи; модифицированные бурты и траншеи

Для хранения плодовоовощной продукции в нашей стране применяют два основных способа хранения: полевой (в буртах и траншеях) и стационарный (в специально построенных для этого стационарных хранилищах).

Буртами называют валобразные кучи картофеля или овощей, уложенных на грунте (на поверхности земли или в неглубоком котловане) и укрытые какими-либо термо- и гидроизоляционными материалами (рис. 19). Траншеи представляют собой канавы, вырытые в грунте.

В траншеи засыпают картофель и овощи с последующим их укрытием (рис. 20).

При соблюдении основных требований к условиям хранения в таких сооружениях продукция сохраняется обычно не хуже, чем в стационарных хранилищах с естественной вентиляцией. Принципиальных различий между буртами и траншеями нет. При выборе способа хранения учитывают особенности отдельных видов овощей и почвенно-климатические условия зоны.

Выбор участка для буртов и траншей и определение его площади. Местоположение участка для буртов и траншей выбирают в соответствии с дальнейшим использованием продукции. Продовольственный картофель и овощи размещают на хранение вблизи населенных пунктов и подъездных дорог; маточники овощей располагают недалеко от по-

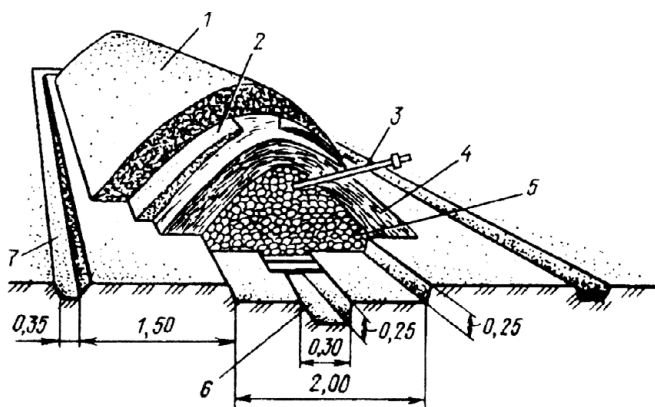


Рис. 19. Бурт с соломенно-земляным укрытием:

1 — окончательное укрытие бурта землей; 2 — первое укрытие бурта землей; 3 — буртовой термометр; 4 — солома; 5 — продукция; 6 — вентиляционный канал с решетками; 7 — канал для стока воды

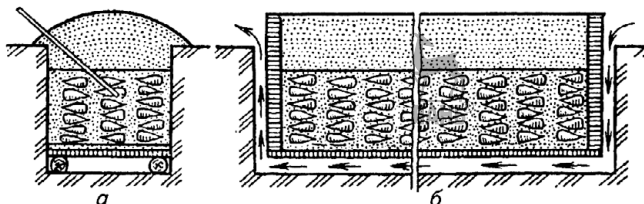


Рис. 20. Траншея с охлаждаемым дном:

а — поперечный разрез; б — продольный разрез

лей, где намечена их высадка; кормовые запасы закладывают возле ферм.

Наиболее подходят для буртов и траншей сухие возвышенные ровные участки с естественным небольшим покатым склоном для стока дождевых и талых вод. Ориентируют бурты и траншеи преимущественно по направлению с севера на юг, чтобы максимальному нагреву или переохлаждению подвергалась меньшая по площади торцевая грань. Кроме того, их лучше размещать торцами к направлению наиболее холодных ветров. Грунтовые воды должны залегать на уровне не менее 2 м ниже дна котлованов.

Для закладки буртов и траншей наиболее пригодны легкие супесчаные и суглинистые почвы. Тяжелые и особенно глинистые почвы менее пригодны. Предпочтение отдается участкам на целинных землях или из-под сеяных трав и зерновых культур. Нельзя располагать бурты и траншеи около стогов сена или соломы, где могут размножаться грызуны.

Если участок используют второй год, то весной его очищают от органических остатков. Для обеззараживания почвы равномерно вносят негашеную известь из расчета 500 г на 1 м² площади. Затем почву перепахивают на глубину 30...35 см, боронуют и засевают вико-овсяной смесью.

Важное значение имеет размещение дорог. Существует два способа расположения внутренних проездных дорог. При первом способе дороги шириной по 6 м проходят с торцевой стороны буртов через каждые два ряда. Этот способ используют при хранении продукции, не требующей поштучной укладки (картофель и корнеплоды). При этом бурты и траншеи загружают самосвальными машинами с торца. При втором способе внутренние дороги размещают также через каждые два ряда буртов, но с боковой стороны. Этот способ применяют при хранении продукции в ящиках или при необходимости укладки поштучно. Транспорт подъезжает с продольной стороны.

Площадь участка для буртового или траншейного хранения картофеля или овощей определяют исходя из двух параметров: емкости одного бурта (траншеи) и площади, которую он занимает. Разделив емкость траншеи на занимаемую площадь, определяют, сколько квадратных метров (м²) требуется для размещения 1 т данного вида продукции. Зная емкость одной траншеи, легко вычислить их количество на участке.

Емкость бурта или траншеи в тоннах (т) равна произведению объемной массы продукции на полезный объем бурта (траншеи).

Устройство буртов и траншей. При устройстве буртов и траншей важным является правильный выбор их размера. Наибольшее значение

имеют поперечные размеры, так как они в основном определяют количество продукции, приходящейся на единицу поверхности, через которую осуществляется рассеивание выделяемого хранящимися овощами тепла. Длина штабеля имеет меньшее значение, но для овощей с высоким тепловыделением следует ее сократить. Так, в средней полосе страны бурты картофеля имеют длину 15...20 м, а капусты — 10...12 м.

В более северных и восточных районах, где наблюдаются суровые зимы, размеры буртов и траншей обычно больше, чем в южных и западных районах. Кроме того, чтобы избежать подмораживания продукции, с продвижением на север и восток страны котлованы для буртов и траншей делают более глубокими. На юге и западе, наоборот, эффективнее мелкие котлованы или вообще наземные бурты.

Укладывают продукцию в бурты и траншеи сразу на полную высоту, начиная с середины или с одного из концов сооружения, и поверхность штабеля выравнивают. Так как при полевом способе хранения отсутствует возможность переборки продукции в процессе хранения, то в бурты и траншеи важно закладывать продукцию высокого качества. Картофель, свеклу, брюкву засыпают в котлован автосамосвалами, а морковь, репу, лук загружают ящиками или контейнерами, чтобы как можно меньше наносить механических повреждений продукции. При размещении капусты укладывают каждый кочан.

Корнеплоды и лук целесообразно хранить в буртах и траншеях затаренными в ящики емкостью 20...25 кг. Использование тары снижает потери продукции при хранении и сокращает затраты труда. Для улучшения сохранности картофеля и овощей применяют и другие методы — такие как мелование, глинование, с переслойкой торфом, песком, землей, применение бактериальных веществ и составов.

Для улучшения сохранности корнеплодов широко используется пескование или переслойка землей. Для пескования используется среднезернистый, умеренной влажности (14...16 %) песок. При сжатии его в руке вода не течет, а сжатый комок не рассыпается и сохраняет свою форму. Песок должен быть чистым в санитарном отношении и заготавливаться на глубине не менее 1 м. Использование сухого песка (земли) может вызвать подвяливание корнеплодов.

Недостаток пескования — трудоемкость, потребность большого количества песка (0,5 т на 1 т корнеплодов), а также снижение коэффициента использования хранилища.

Укрытие буртов и траншей. Укрытие буртов и траншей определяет теплосбаланс штабеля продукции. Оно защищает овощи от промерзания зимой и одновременно способствует рассеиванию тепла, выделяемого продукцией в процессе дыхания.

Бурты и траншеи укрывают обычно в два слоя и в два срока. *Первое* укрытие проводят сразу после закладки продукции на хранение. При хранении картофеля и кочанной капусты первым слоем кладут сухую солому. Солома должна быть сухой, так как при увлажнении ее теплопроводность увеличивается в 3...5 раз. Преимущественно используют ржаную или пшеничную солому, которой укрывают бурт слоями от основания к гребню. В качестве теплоизолирующего материала можно применять также торф и опилки.

Корнеплоды (особенно морковь) сначала укрывают тонким слоем (3...5 см) земли, а затем слоем соломы. Это связано с тем, что сухая солома очень гигроскопична и при укладке ее непосредственно на корнеплоды происходит их подвядание. Бурт укрывают равномерно, не допуская образования впадин и неровностей.

Второе укрытие проводят, когда температура в массе продукции снизится до 3...4 °С. Окончательно бурты и траншеи укрывают землей перед наступлением резкого похолодания (до -3...-5 °С). При этом слой земли увеличивают до нормы для данной зоны. Например, для средней полосы по гребню слой соломы должен быть 0,2...0,3; земли — 0,3...0,5; у основания соответственно 0,3...0,4 и 0,5...0,7 м.

Ориентировочно общая толщина укрытия должна быть не меньше глубины промерзания грунта в данной местности. По гребню толщина укрытия должна быть всегда меньше, чем у основания, так как тепловыделение продукции в слое, примыкающем к гребню, примерно в 2 раза больше, чем у основания.

Во избежание затекания в траншею воды вал должен заходить за края котлована на 20...40 см. На расстоянии 0,5 м от линии окончательного укрытия (1,5 м от стенок котлована) траншеи и бурты окапывают канавками шириной и глубиной 35...40 см для стока дождевой и талой воды. Располагают их так, чтобы со стороны возвышенной части бурта они имели вид буквы П, а нижние концы выходили за пределы бурта.

В средней зоне страны, при хранении продукции в буртах, на каждую тонну картофеля и корнеплодов расходуется 100 кг соломы, на каждую тонну капусты — 75 кг. Для укрытия траншей соломы требуется на 10...15% меньше.

Велико значение воздухопроницаемости укрытия. Оно обеспечивает рассеивание тепла и влаги, выделяемых продукцией в зимнее время, и предотвращает ее подмерзание в ветреную погоду. Поэтому если бурты или траншеи укрыты хорошими теплоизолирующими и воздухопроницаемыми материалами — опилками, соломой, сухим торфом, то поверх таких материалов обязательно наносят слой земли и утрамбовывают снег.

Решающий момент в процессе хранения в буртах и траншеях — своевременное укрытие. Слишком раннее укрытие приводит к самосогреванию продукции, позднее — к ее подмораживанию. В морозную погоду до выпадения снега в земляном слое укрытия могут образоваться трещины. Их надо заделать торфом или опилками. При критическом снижении температуры продукцию дополнительно укрывают (торфом, опилками, снегом), особенно в малоснежный период.

Важным фактором, при помощи которого можно управлять условиями хранения в буртах и траншеях, является система *вентиляции*. Она должна обеспечивать:

- благоприятные условия для дозревания и зарубцовывания механических повреждений продукции;
- быстрое охлаждение овощей до оптимальной температуры хранения;
- быстрое обсушивание овощей, убранных в дождливую погоду;
- возможно более длительное поддержание низкой температуры в весенний период.

Основное назначение системы вентиляции — охлаждение продукции в осенний период хранения.

Способы устройства вентиляции буртов и траншей определяются теплофизическими показателями картофеля и овощей и погодноклиматическими условиями зоны. Существуют следующие виды буртов и траншей в зависимости от способа вентиляции:

- «глухие»;
- с приточными каналами;
- с приточным и вертикальным каналами;
- с «воздушной подушкой»;
- бурты с гребневым вытяжным каналом;
- бурты на настилах и траншеи с охлаждаемым дном.

«Глухое» укрытие применяют при переслаивании продукции песком или почвой. В этом случае тепло и влага рассеиваются в грунте, а отдельные экземпляры продукции изолированы друг от друга. Поэтому распространение инфекции локализуется.

Для быстрого охлаждения продукции, заложенной на хранение, бурты и траншеи оборудуют *приточным каналом*. Он проходит вдоль основания хранилища, по его центральной оси и сообщается по торцам с наружным воздухом. Отсюда холодный воздух поступает в основание штабеля продукции и охлаждает ее. Вытяжка теплого воздуха происходит через гребень укрытия. Для хранения картофеля и корнеплодов канал копают с сечением $0,2 \times 0,2$ м и покрывают сверху деревянными решетками, а для хранения капусты его сооружают в виде арочного

трехгранного деревянного решетчатого канала со стороной 0,3 м. Приточный канал должен выходить за края штабеля продукции с обеих сторон на 1,3...1,5 м.

Приточные каналы с вертикальными вытяжными трубами устраивают так же. Но на них при загрузке продукции устанавливают вертикально вытяжные трубы. При хранении капусты их размещают через каждые 3 м по длине бурта или траншеи, а картофеля и корнеплодов — через 5 м. Над укрытием вертикальная труба должна выступать примерно на 0,5 м. Вытяжная труба представляет собой дощатый четырехгранный короб сечением 0,2 × 0,2 м и длиной 2,5...3 м. Чем больше разница в высоте между вытяжной и приточной трубой, тем интенсивнее будет циркуляция воздуха. Поэтому разница в высоте должна быть не менее 2 м. Короб, проходящий в слое овощей, делают решетчатым с шириной щелей 2...3 см, а в верхней части, проходящей через укрытие, — сплошным. Поверх вытяжной трубы устраивают козырек для предохранения от дождевой воды и снега.

Вертикальные вытяжные трубы имеют существенный недостаток: вблизи них продукция охлаждается быстро, а вдали — медленно. Кроме того, вблизи труб возможно увлажнение и промораживание укрытия, что приводит к порче овощей. Поэтому для буртов более эффективен горизонтальный гребневой вытяжной канал. Для его устройства две доски шириной 15...20 см сбивают под углом 90° и укладывают на гребень штабеля продукции так, чтобы концы канала по торцам сообщались с наружным воздухом. Практикуют и такой прием — по гребню штабеля кладут бревно диаметром 10...15 см, на него наносят укрытие. Потом бревно вытаскивают, а образующийся после этого в соломенном укрытии канал и служит вытяжным.

При хранении овощей, отличающихся высокими тепло- и влаговыделениями (морковь, капуста), штабель продукции укладывают на приподнятый на 12...20 см над землей дощатый настил. В этом случае под основанием бурта или траншеи образуется большая воздушная «подушка», через которую охлаждение овощей идет быстрее.

Оптимальные теплофизические условия складываются при устройстве постоянного укрытия буртов и траншей, когда между штабелями и укрытием формируется воздушная прослойка, которая защищает продукцию от резких перепадов температуры и влажности.

После установления в бурте или траншее температуры, близкой к оптимальной для данного вида овощей, приточные трубы наглухо закрывают. Вытяжные трубы держат еще 1...3 дня открытыми и затем также закрывают. В зимний период продукцию почти не вентилируют. Необходимость в этом возникает после обильных снегопадов. Если

температура в это время начинает повышаться, то днем на некоторое время приоткрывают вытяжные трубы, добиваясь снижения ее в штабеле овощей.

Для измерения температуры в буртах и траншеях при закладке продукции устанавливают деревянные трубки для вытяжных термометров. Трубки изготавливают сечением 3×3 см с небольшими отверстиями на конце. В них помещают деревянный стержень с термометром. Шарик вставляют в металлический наконечник, заполненный металлическими опилками. В каждый бурт или траншею устанавливают две трубки для термометров: одну — в средней части по длине и высоте; другую — в одном из торцов вблизи приточного канала.

Контроль температуры — основной способ проверки качества хранящейся продукции. Повышение температуры указывает на появление очагов заболеваний. Их своевременное обнаружение позволяет значительно снизить отходы при хранении картофеля и овощей.

При повышении температуры в хранилищах до $7...8$ °С с них убирают снег. Если это не помогает, то на некоторое время открывают вытяжные трубы или по гребню ломом пробивают несколько отверстий до соломы. Если после принятых мер температура не снижается, заметно «парение», а по бокам появились проталые пятна, то сооружение вскрывают и выбирают очаги загнившей продукции.

В суровые зимы температура в буртах или траншеях может снижаться до опасного уровня: в картофеле — до $+1$ °С, в корнеплодах — до -1 °С, в капусте — до -2 °С. При этом их следует дополнительно укрыть.

Для того чтобы продлить срок хранения картофеля и овощей, иногда в конце февраля — начале марта на замороженное укрытие и лежащий сверху снег укладывают слой теплоизоляционного материала (торф, опилки, солома, камыш). Это позволяет дольше сохранить в буртах или траншеях низкую температуру.

Недостатки, присущие обычным буртам и траншеям (высокая трудоемкость; сложность в регулировании режима хранения; недостаточная вместимость), побудили искать пути их совершенствования. Наиболее простое усовершенствование — постоянное укрытие бурта или траншеи на несколько лет. Для буртов оно делается следующим образом. Посередине котлована через каждые $1,5...2$ м вкапывают стойки высотой $1,2...1,5$ м, диаметром $10...15$ см. По концу стойки связывают брусом и устанавливают возле каждой стропила, у основания которых для упора вбивают столбики. Каркас обшивают горбылем, покрывают рубероидом, а затем — теплоизолирующим материалом (солома, опилки, торф, пенопласт) и землей. Для загрузки делают люки в торцевых и боковых стенах.

Для устройства постоянного укрытия траншей по периметру котлована осуществляют обвязку из толстых бревен, которые желательно просмолить и изолировать от земли рубероидом. Сверху настилают доски 4...5 см или жерди. Затем укрывают соломой, опилками, торфом и землей. Для загрузки устраивают люки — лазы. Обычно бурты и траншеи с постоянным укрытием делают несколько больших размеров, чем типовые. Система вентиляции та же, что и у типовых земляных хранилищ.

В Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева разработана постоянная буртовая площадка с активным вентилированием, объединяющая 8 буртов с укрытием постоянного типа, с подводом под основание каждого бурта по системе каналов воздуха для вентилирования продукции.

К полевому типу хранения относится также снегование овощей. Оно распространено в средних и северных зонах нашей страны. Снегование основано на том, что достаточное количество снега с запасом холода в нем (при таянии 1 кг снега компенсируется 334,4 кДж тепла) обеспечивает создание условий, благоприятных для многих видов овощей.

Снегование проводят спустя 1...2 дня после начала оттепели, когда температура снега устанавливается на уровне $-1...-3$ °С. В этот момент снегование безопасно. При более низкой температуре снега может произойти подмораживание овощей. Календарный срок мероприятия в средней зоне страны выпадает на февраль-март.

Для снегования овощей в основании бурта настилают слой снега 0,5 м («снеговая постель»). Ширина бурта — 2...4 м, длина — произвольная, через каждые 4...8 м рекомендуется делать снеговые перемычки толщиной до 0,5 м. После формирования бурта его укрывают слоем снега 0,5 м, а затем теплоизоляционным материалом — опилками, соломой, торфом. Поверх укрытия настилают соломенные или камышитовые маты в два-три слоя. Наружную поверхность укрытия для отражения солнечных лучей желательно забелить меловым раствором. Бурт делают секционным, вместимость секции рассчитана на дневную реализацию. Поэтому в тающем снегу устанавливается постоянная температура $\pm 0,5$ °С; для таких хранилищ не требуются термометры. Контроль за состоянием продукции осуществляется периодически по пробным выемкам.

Контрольные вопросы

1. Какие виды тары применяются при хранении плодов и овощей?
2. Характеристика основных видов тары.
3. Какими способами укладывают плоды в ящики?

4. Преимущества и недостатки полевого способа хранения плодоовощной продукции.
5. Устройства буртов и траншей.
6. Как правильно выбрать участок под бурты и траншеи?
7. Какова техника укрытия буртов и траншей в зависимости от вида продукции?
8. Для чего применяется активная вентиляция при хранении плодов и овощей в буртах и траншеях? Назовите способы вентилирования.
9. Технология закладки плодоовощной продукции в бурты и траншеи. Как осуществляется контроль за хранящейся продукцией?
10. Снегование овощей. Назовите правила закладки и особенности укрытия хранящейся продукции.



Глава 21.

ХРАНЕНИЕ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ В СТАЦИОНАРНЫХ ХРАНИЛИЩАХ

Общая характеристика хранилищ

Хранилища для картофеля, овощей и плодов различают:

- по назначению;
- планировке;
- вместимости;
- строительно-конструктивным особенностям;
- системам регулирования условий хранения;
- способам размещения продукции и механизации загрузки и выгрузки.

Назначение и планировочные особенности. По назначению хранилища подразделяют на картофеле-, корнеплодо-, капусто-, луко- и плодохранилища. Совместное хранение различных видов продукции не разрешается. По емкости хранилища делят на малые, средние и крупные. Объем хранящейся в них продукции колеблется от 100...200 т до 10...30 тыс. т. Из планировочных особенностей наиболее важны наличие въезда для транспорта и степень углубления хранилища в грунте. Современные проекты предусматривают сквозной автопроезд. Это позволяет доставлять продукцию непосредственно к месту складирования. Проезд должен быть шириной от 4 до 6 м. В малых хранилищах въезд не делают, а продукцию загружают через люки.

В зависимости от заглубления в грунт хранилища делят на наземные, полузаглубленные и заглубленные. В наземных хранилищах пол находится на уровне земли или выше; в полузаглубленных — ниже уровня земли, примерно наполовину высоты хранилища; в заглубленных — составляет больше половины высоты.

Степень заглубления хранилища в первую очередь зависит от уровня грунтовых вод: он должен быть на 2 м ниже основания хранилища. Заглубление облегчает поддержание в продукции стабильной температуры и влажности, но усложняет устройство проездов для транспорта и требует выполнения большого объема земляных работ.

Плодохранилища чаще всего делают наземными, так как к ним обычно пристраивают светлое помещение для товарной обработки про-

дукции. Лукохранилища также проектируют наземными, поскольку в них легче поддерживать пониженную влажность воздуха.

Строительно-конструктивные особенности. Большинство картофеле- и овощехранилищ имеет в плане прямоугольную форму. Наименьший периметр стен и, следовательно, теплотери через стены имеют хранилища квадратной формы.

Ворота для въезда автотранспорта устраивают в виде двухслойной плотной деревянной конструкции с прокладками изнутри гидро- (толь, пленка) и теплоизолирующих материалов (войлок, пористые полимеры). Минимальные размеры ворот приняты $3,6 \times 3,6$ м. Для прохода людей в воротах устанавливают двери размером $0,7 \times 1,72$ м.

В современных хранилищах приняты конструкции зданий с сеткой поддерживающих перекрытия колонн 6×6 и 6×12 м. Полы делают с асфальтовым, а лучше с бетонным покрытием, по которому могут передвигаться механизмы. Щели воздухораспределительных вентиляционных каналов в полу покрывают съёмными бетонными или металлическими плитами.

Покрытие хранилищ должно обеспечивать защиту продукции от увлажнения, не допускать промерзания, а также выпадения конденсата на внутренней поверхности. С внутренней стороны поверхность перекрытия должна быть гладкой, без выступающих внутрь деталей.

Способы размещения продукции. Применяют три основных способа размещения продукции в хранилищах: закрошный, навалный и штабелями в таре. Картофель и овощи в закромах размещают в хранилищах с естественной и активной вентиляцией. Закрома сооружают по обе стороны от проезда, размеры их в плане: $3 \times 3...6 \times 6$ м и более, емкость — $10...60$ т. В хранилищах с естественной вентиляцией продукцию хранят в закромах слоем $1,8...2$ м. Переднюю стенку закрома делают разборной из досок. Применение закромов позволяет использовать объем хранилищ на $40...50\%$, что при естественной вентиляции считается удовлетворительным.

В хранилищах с активной вентиляцией продукцию размещают в закромах, обычно имеющих размеры в плане 6×6 м. Высоту загрузки увеличивают до $3...5$ м. В один такой загром вмещается в зависимости от вида продукции около 90 т картофеля, 50 т моркови, 70 т лука или 40 т капусты. Объем хранилищ используется на $65...70\%$. В хранилищах, имеющих проезд шириной 6 м, эффективны закрома глубиной 12 м (глубина закрома — это расстояние между передней и задней его стенками). Система вентиляции при этом обеспечивает равномерное поступление воздуха в продукцию (рис. 21).

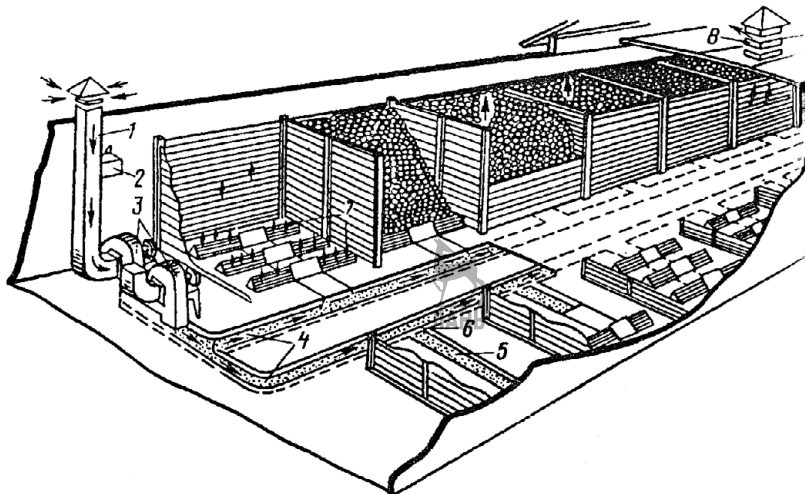


Рис. 21. Закромное хранилище для корнеплодов:

1 — приточная шахта; 2 — смесительная камера; 3 — вентиляторы; 4 — магистральный подземный канал; 5 — боковой канал; 6 — задвижка; 7 — распределители воздуха; 8 — вытяжная шахта

Система механизмов, используемых для загрузки картофеля и овощей, зависит от вида продукции и особенностей хранилища. В сооружениях для загрузки картофеля, свеклы и брюквы, размещаемых слоем до 4...5 м, применяют транспортер-загрузчик ТЗК-30; моркови, лука, капусты при высоте закрома до 2,8 м — систему транспортеров СТХ-30.

С внедрением активного вентилирования в практике хранения плодов и овощей широко применяют навалный способ хранения продукции. При этом овощи размещают по всей площади хранилища сплошным высоким слоем без разделения на закрома. Объем хранилища используется при этом на 70...80 %.

Однако при навалном способе хранения продукция должна загружаться однородной по качеству и одного сорта. Для поддержания разного режима хранения хранилища разделяют на секции емкостью 200...500 т, обслуживаемые автоматическими вентиляторами. Расстояние от верха насыпи продукции до перекрытия должно быть не менее 0,8 м. В таких секциях удобно размещать разные сорта овощных культур.

Полностью механизировать все процессы при загрузке и выгрузке плодовоовощной продукции позволяет применение жесткой тары и штабелеукладчиков-погрузчиков.

На крупных городских базах, где продукцию не только хранят, но и подготавливают к реализации (сортируют, калибруют, расфасо-

ывают), более эффективен тарный способ хранения, позволяющий механизировать основные виды работ в хранилище. В сельской местности более пригодны способы размещения картофеля и овощей — закромный и навалный, при активном вентилировании. В крупных специализированных хозяйствах совмещают процессы послеуборочной обработки продукции и хранения. При этом стационарный сортировальный пункт и хранение объединяют в один комплекс. В комплексе обрабатывают продукцию перед хранением, хранят ее при активной вентиляции и затем проводят обработку перед реализацией.

Для плодовых и зеленных овощей, семечковых плодов, цитрусовых, винограда, косточковых плодов, ягод основным способом хранения является тарный.

Хранение продукции в условиях естественной и принудительной вентиляции. Наиболее важна в технологическом отношении система создания и поддержания режима хранения. В хранилищах для картофеля и овощей — это обычно система вентиляции, в плодохранилищах — системы вентиляции и искусственного охлаждения и отопления.

Система вентиляции подразделяется на естественную и принудительную, с выделением разновидности последней — активной (рис. 22).

При естественной или приточно-вытяжной вентиляции тяга воздуха в хранилище создается за счет разницы температур наружного и внутреннего воздуха. Система естественной вентиляции состоит из приточных и вытяжных труб. Приточные трубы устанавливают у боковых стен с наружной стороны. Их делают в виде деревянных коробов или используют асбоцементные трубы.

Входные отверстия приточных труб должны быть на небольшой высоте над уровнем земли, но зимой их не должно заносить снегом. Внутренние отверстия приточных труб, оборудованные заслонками, выводят под решетчатый приподнятый пол закромов или в проезжей части.

Вытяжные трубы устанавливают в верхней зоне хранилища, по коньку перекрытия. Нижняя их часть не должна выступать внутрь помещения. Трубы обязательно утепляют и защищают от увлажнения пленкой, иначе при соприкосновении выходящего теплого воздуха с холодными трубами образуется конденсат, который стекает в проезд хранилища. В вытяжных трубах устанавливают заслонки, при помощи которых можно управлять интенсивностью вытяжки. Сверху на трубах делают козырьки.

Рекомендуется устанавливать высокие вытяжные трубы, так как при увеличении разности в высоте между ними и приточными трубами скорость увлажнения воздуха в хранилище, а следовательно, и воздухообмен возрастают.

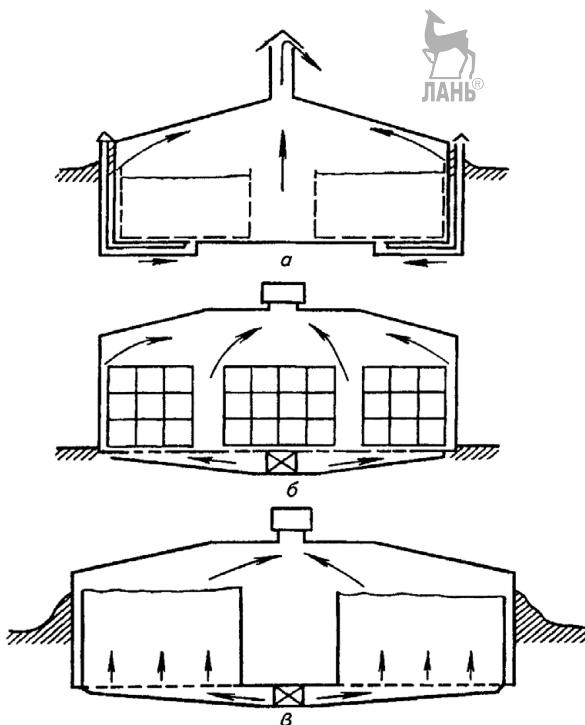


Рис. 22. Схемы вентиляции хранилищ:

а — естественная; *б* — принудительная; *в* — активное вентилирование

Количество труб и их размеры зависят от величины хранилища, особенностей продукции, климатических условий зоны. В небольших хранилищах приточные трубы имеют сечение $0,15 \times 0,15 \dots 0,2 \times 0,2$ м, в крупных — до $0,3 \times 0,3$ м. При хранении картофеля и корнеплодов их должно быть из расчета одна труба на 15...30 т продукции, в капустохранилищах — на 8...25 т продукции. На юге страны число труб и их сечение принимаются больше, на севере — меньше. Вытяжных труб устанавливают в 2...3 раза меньше, чем приточных, но сечение каждой из них делают больше (до $0,5 \times 0,5$ м). Общее сечение вытяжных труб в хранилище должно быть примерно на 10% больше, чем приточных.

Однако система естественной вентиляции из-за небольшой скорости движения воздуха не обеспечивает достаточного воздухообмена, и продукция в осенний период охлаждается медленно (1,5...2 мес.). Такая система позволяет поддерживать удовлетворительные условия хранения

только в хранилищах небольшой емкости (до 500 т) при невысоком слое (1,5...2,0 м) загрузки картофеля и овощей в закрома.

В хранилищах средней и большой емкости эффективна принудительная вентиляция. При этом воздух подается вентилятором в систему каналов, проложенных под полом, и через щелевые отверстия в полу он равномерно распределяется по всему хранилищу. Удаляют воздух через обычные вытяжные трубы за счет создающего напора. Используют центробежные и осевые вентиляторы, мощность которых рассчитывают с учетом того, чтобы обеспечить 20...30-кратный воздухообмен в хранилище в течение часа. Это дает возможность быстро установить необходимый режим хранения.

В хранилищах с принудительной или общеобменной вентиляцией продукцию размещают в таре — ящиках и контейнерах, сложенных в штабеля таким образом, чтобы воздух «омывал» каждую единицу упаковки. Согласно нормативам, зазоры между контейнерами и ящичными поддонами принимают равными 5...10 см. Пакет поддонов высотой в четыре яруса при вентилировании снизу должен омываться 100 м³ воздуха в 1 ч.

Системы общеобменной вентиляции применяют с верхней и нижней раздачей воздуха. В первом случае холодный воздух поступает в пространство над штабелем и, опускаясь в зазорах между контейнерами и ящиками, вытягивается из хранилища снизу.

При расположении вытяжки воздуха снизу исходят из того, что холодный приточный воздух, проходя через зазоры штабеля, нагревается, поднимается вверх и выбрасывается из помещения. В первом случае вентиляция работает по схеме «сверху вниз», во втором — «снизу вверх».

Однако при размещении, например, картофеля, корнеплодов в контейнерах большой вместимости принудительная вентиляция без подачи воздуха через слой продукции малоэффективна. При размещении картофеля и овощей навалом в закромах большими объемами принудительная вентиляция оказывается непригодной. Продукция в основном охлаждается в поверхностном слое (глубиной 0,5 м), а внутри насыпи температура на 2...3 °С выше.

Хранение продукции в условиях активного вентилирования

Система активного вентилирования наиболее эффективна по сравнению с принудительной вентиляцией. Воздух в этом случае подается через массу продукции, равномерно «омывая» каждый ее экземпляр, вследствие чего удается: значительно быстрее охладить, отеплить и осу-

шить объект хранения; поддержать во всех точках штабеля равные условия температуры, влажности и состава газовой среды; не опасаться самосогревания и отпотевания, увеличить высоту загрузки; подать в слой хранящейся продукции фунгициды, инсектициды и росторегулирующие вещества. Все это позволяет экономичнее использовать объем хранилищ, снизить потери и увеличить срок хранения.

Основными элементами системы активной вентиляции являются: приточная вентиляционная камера, состоящая из вентилятора узла воздухозабора, смесительного клапана и, при необходимости, калорифера и батареи воздухоохладителя; устройство для увлажнения вентиляционного воздуха; отопительно-рециркуляционные агрегаты; магистральные и раздающие вентиляционные каналы с регулирующими клапанами; вытяжные устройства для удаления воздуха из хранилища.

При активном вентилировании воздух в массу продукции подается по схеме «снизу вверх».

В практике активное вентилирование осуществляется по централизованной и децентрализованной (автономной) системам.

Централизованная система активного вентилирования характеризуется тем, что в хранилище выделяются площадки (венткамеры), где устанавливается, в зависимости от объема продукции, один или несколько вентиляторов, воздух от которых по продольным воздухораспределительным каналам поступает в массу продукции. Такая система проще и дешевле в эксплуатации, удобна при хранении продукции сплошным слоем без закров, но требует дополнительных площадей для своего размещения и сложна в регулировании при неполной или частичной загрузке хранилища.

Децентрализованная система основана на том, что в каждом вентиляционном канале устанавливается вентилятор. Система рассчитана на обслуживание одного закрома. Ее используют при повышенной интенсивности вентилирования и хранения небольших партий различных сортов картофеля и овощей. Управление вентиляционными установками в этом случае усложняется.

Активное вентилирование позволяет применять навалный способ хранения овощей. При этом продукцию размещают сплошным слоем по всей площади пола или в закромах, отделив ее от стен деревянными щитами.

Вентиляционные каналы могут быть подпольными и напольными. Для выхода воздуха в продукцию в перекрытии распределительных каналов через 0,3...0,5 м устраивают щели. Длина магистрального канала не должна превышать 36 м, а распределительного — 12 м. Для лучшего распределения воздуха по всей массе продукции сечение каналов посте-

ленно уменьшают к их концу примерно на 1/3. Расстояние от распределяющего канала до стен секции принимают 60...90 см. Торцы каналов не должны доходить до стен на 50...70 см. При выполнении указанных требований в насыпи достигается равномерное распределение воздуха и исключается возникновение зон, в которых продукция недостаточно интенсивно вентилируется.

При напольном размещении вентиляционных каналов магистральные каналы сооружают вдоль продольных стен. На уровне пола в них делают отверстия треугольной формы со сторонами 50...60 см, к которым в процессе загрузки продукции приставляют деревянные треугольные воздухоподающие короба. Их выполняют решетчатыми с шириной щелей 2...3 см. При высоте слоя менее 1,5 м применение напольных каналов не рекомендуется.

В хранилищах с активным вентилированием сечение каналов рассчитывают так, чтобы скорость воздуха в магистральном канале не превышала 8...10, в распределительных — 4...5 м/с. Скорость воздушного потока, входящего в насыпь, не должна превышать 1 м/с. Расстояние между распределительными каналами (напольными или подпольными) принимается равным 3/4 высоты насыпи продукции, но не более 2 м.

Высота насыпи продукции при активном вентилировании определяется только механической прочностью отдельных экземпляров продукции и наличием механизмов загрузки. Для картофеля и свеклы она обычно равна 4...5 м; капусты, редьки, моркови — 2...2,8; лука — 2,5...3 м.

Важнейшим показателем системы вентиляции является удельная подача воздуха — это количество воздуха, которое необходимо подавать на каждую тонну продукции в час (в м³). Для основных видов овощей она следующая (в м³·т/ч): картофель, свекла и морковь — 50, капуста, лук — 80...100.

Для большинства сортов овощей и картофеля нижний предел температуры подаваемого для охлаждения воздуха составляет 0 °С; капусты — -1 °С, продовольственного лука — -3 °С. Оптимальную температуру смеси воздуха обеспечивают с помощью клапанов, установленных в приточной шахте и в воздуховоде для забора внутреннего воздуха хранилища. При низкой наружной температуре зимой производят рециркуляцию, то есть подачу в массу овощей только внутреннего воздуха. При этом клапан в приточной шахте полностью закрывают, а в воздуховоде из хранилища полностью открывают.

Активное вентилирование предотвращает отпотевание овощей, так как температура и влажность во всех горизонтах насыпи продукции одинакова. Для того чтобы разница температуры воздуха над продукци-

ей и в насыпи была минимальной и не отпотевало перекрытие, применяют обогрев верхней зоны хранилища. Обогрев должен обеспечивать температуру на 2°C выше температуры хранящейся продукции, однако температура воздуха, подаваемого в эту зону, не должна превышать температуру массы овощей более чем на $4...6^{\circ}\text{C}$.

Отпотевание возможно также в случаях, когда температура в хранилище опускается ниже точки росы. В условиях высокой относительной влажности воздуха достаточно снижения температуры всего на $0,5...1,5^{\circ}\text{C}$. В связи с этим нельзя допускать резкого снижения температуры в хранилище.

Отпотевание наступает и тогда, когда в охлажденное хранилище поступает теплый и влажный воздух. Это происходит зимой в период оттепелей и весной в пасмурные теплые дни. В такие периоды хранилища наглухо закрывают и при естественной вентиляции вообще не проводят вентилирование, а при системе активного вентилирования используют рециркуляцию.

Если продукцию приходится вентилировать слишком сухим воздухом, то в этом случае в системах активного вентилирования предусмотрены увлажнители воздуха различных систем.

Заданные режимы работы вентиляционных установок в хранилищах поддерживаются системами автоматики. Эти системы обеспечивают защиту продукции от подмораживания, переохлаждения, подогревают и увлажняют воздух, регулируют температурный режим.

Хранение продукции в измененной газовой среде и при пониженном давлении

Хранению сельскохозяйственной продукции в измененной газовой атмосфере в последнее время уделяется все большее внимание. При таком хранении замедляются процессы жизнедеятельности, снижается пораженность продукции возбудителями болезней, удлиняется период хранения с одновременным повышением качества хранящейся продукции. Практически во всех случаях становится невозможным существование и развитие грызунов.

В последние годы проведены многочисленные исследования по хранению плодов и овощей в измененных газовых средах. Установлено, что содержание O_2 может быть снижено до $2...3\%$, а CO_2 — доведено до $7...8\%$. Выявлены значительные видовые и сортовые различия в требовании к составу газовых сред. Некоторые виды овощей и плодов не выносят значительного накопления CO_2 , при этом у них начинаются физиологические расстройства. Для них наиболее пригодными оказа-

лись среды, почти совсем не содержащие CO_2 и с небольшим количеством O_2 . Основную долю таких сред составляет N_2 .

В условиях повышенной концентрации углекислого газа снижается интенсивность дыхания и обмена веществ и, следовательно, продлеваются процессы дозревания и увеличивается срок хранения плодов и овощей. Замедляется также распад хлорофилла, что способствует более длительному сохранению зеленой окраски овощей и зеленоокрашенных сортов яблок.

Однако при повышенной концентрации CO_2 возрастает чувствительность продукции к низким температурам, снижается устойчивость к возбудителям болезней, усиливается проявление физиологических расстройств (побурение мякоти, образование пятен, загар кожицы яблок), образуются пустоты в плодах.

По устойчивости к повышенной концентрации CO_2 овощи и плоды подразделяют на четыре группы: устойчивые — перец, брокколи, спаржа, дыня; малочувствительные — огурцы, горох, яблоки; среднечувствительные — кочанная и цветная капуста, морковь, сельдерей, томаты, груши; сильночувствительные — картофель, салат, зрелые груши.

Пониженное содержание кислорода в газовых средах оказывает как положительное, так и отрицательное воздействие на хранящуюся продукцию. Положительным является снижение интенсивности дыхания, удлинение периода покоя, замедление дозревания, подавление грибной микрофлоры. При этом снижается степень побурения мякоти и кожицы, улучшается вкус плодов и овощей.

Отрицательное действие пониженной концентрации O_2 : повышение чувствительности продукции к низким температурам и повышенной концентрации CO_2 ; образование пустот в плодах; появление водянистых и некротических пятен на кожице; у красноокрашенных плодов яблок на поверхности образуются голубоватые пятна.

По чувствительности к пониженному содержанию O_2 овощи и плоды разделяют на три группы: малочувствительные — салат, лук, вишня; среднечувствительные — сельдерей, шпинат, спаржа, цветная капуста, зеленые томаты, дыня, персики, груши, земляника; сильночувствительные — перец, зрелые томаты, яблоки, апельсины, лимоны.

При хранении сочной растительной продукции применяют газовые смеси трех видов: нормальные смеси с суммарным содержанием CO_2 и O_2 21 % (используют для хранения устойчивых к CO_2 видов и сортов плодоовощной продукции с концентрацией CO_2 — 5...10%, O_2 — 11...16 %, остальные 79 % — N_2); субнормальные газовые смеси, в которых суммарная концентрация O_2 и CO_2 ниже 21 % (для многих

сортов яблок наиболее употребительны смеси с содержанием 3...5 % O_2 , 3...5 % CO_2 и 90...94 % N_2); субнормальные смеси, в которых содержится 97 % N_2 и 3 % O_2 , при возможно более низком содержании CO_2 , которого должно быть не более 0,5 % (в таких средах хранят некоторые сорта яблок, винограда и косточковых плодов).

При подборе состава газовой среды необходимо учитывать видовые и сортовые особенности овощей и плодов, их реакцию на повышенное содержание CO_2 и пониженное O_2 , условия выращивания и степень вызревания к моменту уборки. Поскольку в измененных газовых средах повышается чувствительность продукции к пониженной температуре, выражаемая в виде разрыхления и потемнения мякоти, то температуру поддерживают на 1...2 °С выше, чем при обычном хранении.

Относительную влажность среды при газовом хранении поддерживают на уровне 90...95 %. При более высокой влажности и колебаниях температуры возможно выпадение на поверхности овощей и плодов конденсата. В капельках воды растворяется CO_2 , и образующаяся угольная кислота вызывает ожоги кожицы.

Таким образом, при хранении овощей и плодов в газовых смесях необходимо учитывать как действие каждого из четырех факторов (температуры, относительной влажности среды, повышенной концентрации CO_2 и пониженной — O_2) в отдельности, так и во взаимодействии их друг с другом и обеспечивать оптимальные условия, позволяющие сохранить продукцию длительный срок с высокими товарными качествами.

Все методы создания измененной газовой среды можно подразделить на два вида: пассивные, при которых используется дыхание самих объектов хранения для изменения состава газовой среды в закрытых емкостях или камерах (МГС); активные, при которых газовая смесь определенного состава готовится при помощи специальных агрегатов и установок (РГС). В первом случае измененный газовый состав устанавливается через 0,5...1 мес. после начала хранения, во втором — сразу.

Наиболее простым методом создания МГС является упаковка (герметичная и негерметичная) в полиэтиленовые пленки (рис. 23). В данном случае хорошая сохраняемость продукции обусловлена следующим:

- быстрым созданием высокой влажности среды, благоприятной для предотвращения потерь массы и увядания;
- созданием повышенной концентрации CO_2 , что снижает интенсивность дыхания и потерю питательных веществ;
- упаковка из полиэтиленовой пленки служит защитой продукции от механических повреждений, а также ограничивает перенос спор фитопатогенных микроорганизмов.

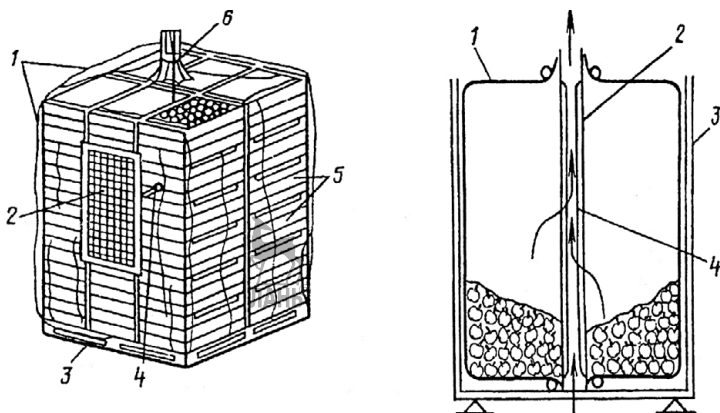


Рис. 23. Контейнеры для создания МГС:

Крупногабаритный полиэтиленовый контейнер с силиконовым газообменником (слева):

1 — полиэтиленовая пленка; 2 — газообменник; 3 — поддон; 4 — трубка с зажимом для взятия проб атмосферы на анализ; 5 — ящики с продукцией; 6 — горловина контейнера.

Контейнер с полиэтиленовым вкладышем и теплогазообменником: 1 — вкладыш;

2 — теплогазообменник; 3 — стенка контейнера; 4 — селективно-проницаемая мембрана

В практике создания модифицированных газовых сред применяют следующие материалы:

1. Вкладыши из полиэтиленовой пленки толщиной 100...200 мкм с открытым верхом в типовых контейнерах. В таких емкостях относительная влажность воздуха устанавливается на уровне 97...99%, концентрация CO_2 — 1...2%.

2. Герметичные упаковки из полиэтиленовой пленки. Используют при хранении сортов яблок, устойчивых к CO_2 . Очень важно перед герметизацией пакета охладить продукцию до температуры хранения, что предотвращает отпотевание внутри пакета. Примерно через месяц состав газовой среды при толщине пленки 40 мкм и емкости пакетов 2...3 кг устанавливается на уровне 3...5% CO_2 и 16...18% O_2 . Таким же способом можно хранить зеленные овощи, а также томаты, огурцы и цветную капусту.

3. Перспективно использование так называемых упругих пакетов, когда в герметичные полиэтиленовые пакеты упаковывают зеленные овощи, а затем вводят в упаковку под давлением газообразный азот. Содержание кислорода снижается в этом случае до 10...12%.

4. Упаковки из полиэтиленовых пленок с селективно-проницаемыми мембранами. В качестве селективно-проницаемых материалов используют силиконовые резины. Мембраны клеивают в боковую стенку герметичного контейнера из полиэтиленовой пленки для яблок емко-

стью 500 или 1000 кг. Состав газовой среды устанавливается в оптимальных для хранения пределах: O_2 — 3...10%, CO_2 — 1...5%.

5. Индивидуальные покрытия плодов и овощей влаго- и газозащитными составами. Их изготавливают на основе воска или парафина, с добавлением физиологически активных и фунгиотоксических веществ. Такие покрытия снижают испарение влаги и создают измененный состав газовой среды в межклеточниках плодов и овощей. В нашей стране предложен метод покрытия плодов и овощей пластифицированным парафином. Смесь 97...98% парафина и 2...3% моноглицерида подогревается до 60...70 °С, и в нее погружают продукцию на 2...3 с.

Для создания РГС за короткий промежуток времени используют генераторы газовых сред. В них методом каталитического сжигания природного газа или пропана создают газовую смесь, обедненную O_2 . Горение осуществляется в присутствии специальных катализаторов без пламени и может быть выражено формулой



Таким образом образуется смесь, состоящая из N_2 , CO_2 , паров воды и небольшого количества продуктов неполного сгорания. Эту смесь в специальных очистителях и поглотителях освобождают от ненужных примесей, излишнего CO_2 , получают газовую смесь заданного состава и подают ее в камеры хранения.

Если в камерах накапливается избыточное количество CO_2 , то газовую смесь пропускают через специальные поглотители — скруббера.

Конструкция и поглощающие вещества скрубберов различны. В качестве поглотителя CO_2 можно использовать щелочь и известь-пушонку. Однако эти вещества не восстанавливаются, и их приходится периодически менять. Более удобны в качестве веществ-поглотителей CO_2 поташ и диэтаноламин. Эти соединения регенерируют: первый — при пропускании воздуха, второй — при нагревании.

Для поглощения этилена и других веществ, выделяемых плодами и овощами и обуславливающих ускорение их созревания, а также некоторые физиологические расстройства, в скрубберах предусмотрена ячейка с активированным углем, обработанным бором.

Камеры с РГС оборудуют приборами постоянного автоматического контроля состава газовой среды, а также ее температуры и влажности.

Для создания газовой смеси заданного состава можно использовать сжатые CO_2 , N_2 и O_2 , поставляемые промышленностью в стальных баллонах. Их смешивают в пустом баллоне для сжатых газов в определенной пропорции и полученную смесь подают в камеры хранения.

Для хранения и транспортировки плодов и овощей применяют также газообразный и жидкий азот. Если подавать его в камеру хранения в сжатом виде, содержание кислорода можно снизить до желаемой концентрации. При этом концентрация CO_2 вначале будет очень незначительной, затем в результате дыхания продукции она увеличится. При превышении допустимого предела концентраций CO_2 (3...5 %) газовую смесь камеры пропускают через скруббер.

Процесс хранения в РГС можно подразделить на пять периодов: подготовительный, охлаждение, формирование и стабилизация состава среды, хранение и предреализационный.

Требования к периодам *подготовительному* и *охлаждения* те же, что при обычном хранении. При этом плоды надо охлаждать быстрее, чем овощи.

В период *формирования* и *стабилизации* среды в камерах создают требуемые концентрации O_2 , CO_2 и N_2 . Продолжительность периода — 1...20 сут в зависимости от способа создания РГС, состояния и вида продукции, степени герметичности помещений.

В период *хранения* поддерживают требуемые температурно-влажностные параметры, состав и подвижность газовой среды.

В *предреализационный* период постоянно примерно на 1...2% в сутки повышают концентрацию O_2 и снижают концентрацию CO_2 до выравнивания газовой среды с воздухом; за 3...10 сут до конца периода хранения повышают температуру продукции, как и при обычном хранении.

Так как хранение в РГС на 25...30% дороже обычного, таким способом следует хранить в первую очередь дорогостоящую продукцию — яблоки, груши, виноград, косточковые плоды. Из овощей в РГС эффективно хранение репчатого лука, чеснока, некоторых видов капусты.

Контрольные вопросы



1. На какие виды подразделяют хранилища в зависимости от их назначения и планировочных особенностей?
2. В чем заключаются строительно-конструктивные особенности плодово-овощехранилищ?
3. Какими способами закладывают плодовоовощную продукцию в хранилища?
4. Система вентиляции плодов и овощей в хранилищах.
5. В чем заключаются преимущества активного вентилирования по сравнению с естественной вентиляцией?
6. По каким схемам проводится подача воздуха в насыпь продукции при активном вентилировании?

7. Каковы конструктивные особенности установок активного вентилирования в зависимости от способа закладки плодоовощной продукции?
8. Почему хранение плодов и овощей в измененной газовой среде является прогрессивным?
9. На какие группы подразделяются плоды и овощи по устойчивости к концентрации углекислого газа и кислорода?
10. Какие особенности плодов и овощей учитывают при подборе газовой среды?
11. Методы создания РГС.
12. Чем обусловлена высокая сохраняемость плодоовощной продукции при хранении в МГС?
13. Какие материалы используются при создании МГС?



Глава 22.

ОХЛАЖДЕНИЕ И ХРАНЕНИЕ ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ В ОХЛАЖДЕННОМ СОСТОЯНИИ

Характеристика способов охлаждения

Охлаждение с последующим хранением плодов и овощей в охлажденном состоянии является одним из самых распространенных способов консервирования, основанных на применении искусственного холода для поддержания оптимальных значений температуры, относительной влажности воздуха и воздухообмена.

При охлаждении и хранении охлажденных плодов и овощей нужно создать условия для сохранения их жизнеспособности и естественного иммунитета при максимальном снижении интенсивности биохимических, микробиологических и физиологических процессов. С этой целью при охлаждении температуру понижают от исходной до заданной (+10...–1 °С). Режим хранения устанавливают на основе свойств продуктов, влияния внешних условий, а также продолжительности хранения и вида упаковки. В зависимости от температуры охлаждения в плодах и овощах с большей или меньшей интенсивностью протекают биохимические превращения, обусловленные действием ферментов, физико-химические реакции вследствие контакта с окружающей средой и микробиологические процессы. Все эти явления находятся во взаимосвязи и обуславливают сохранность продукции. Хранение плодов и овощей в холодильниках обеспечивает выровненные условия температуры и других параметров в течение длительного времени, что способствует увеличению сроков хранения.

В нашей стране преимущественное развитие получило строительство одноэтажных холодильников различной вместимости. В плодоовощных холодильниках в качестве модуля принята унифицированная секция здания, в которой размещаются две холодильные камеры вместимостью 200 и 300 т. Охлаждение камер осуществляется при помощи систем автоматического поддержания режима хранения. При этом регулирование режима хранения производится с помощью систем охлаждения, увлажнения и воздухообмена. Таким образом, под системой охлаждения

понимают всю совокупность технологических средств, применяемых для обеспечения оптимальных условий хранения.

На условия хранения в отдельных камерах холодильника влияют: их расположение (северная или южная сторона); время и условия года; емкость и загруженность; частота использования; длительность эксплуатации и другие факторы.

В производстве применяются способы охлаждения, которые осуществляются передачей тепла продуктам путем конвекции, радиации и вследствие теплообмена при разовом превращении. Наиболее распространено хранение плодов и овощей в воздушной среде, когда передача теплоты от продукта к охлаждающим приборам происходит через воздух с различной его подвижностью.

На действующих предприятиях применяются батарейная, батарейно-воздушная, воздушная и панельная системы охлаждения с непосредственным кипением хладагента и реже — рассольная.

Важную роль в обеспечении сохранности продукции имеет температура подаваемого в испаритель хладагента или рассола. Большие перепады температуры хладагента и воздуха камер приводят к осушению воздуха, вызывают выпадение конденсата и образование «снеговой шубы» на испарителях, что способствует усиленному влагоотделению плодов и овощей и потере их массы. Оптимально допустимым градиентом температур является 5...8 °С. При меньшем градиенте снижается эффективность охлаждения хранилища.

При батарейной, смешанной, батарейно-воздушной и панельной системах охлаждения понижение температуры достигается путем непосредственного контакта воздуха камер с охлаждающей поверхностью батарей и панелей, при воздушной — путем подачи холодного воздуха в камеру воздухоохладителем, установленным за пределами камеры. Внутри штабеля температурно-влажностный режим неравномерный и это снижает сохраняемость плодов и овощей.

К системе охлаждения с естественной циркуляцией воздуха относят теплозащитные рубашки, предусматривающие внекамерную локализацию внешних теплопритоков.

Батарейно-воздушное охлаждение имеет преимущества перед батарейным способом, так как осуществляется контакт воздуха камер с охлаждающей поверхностью батарей, а также подача холодного воздуха с помощью воздухоохладителей. Такая система воздухоохлаждения позволяет снизить градиент температур до 0,5...1 °С. Вместе с тем даже при батарейно-воздушном охлаждении «снеговая шуба» на испарителях нарастает быстро, поэтому также происходит нарушение стабильности температурно-влажностного режима в камере. Для смягчения этого

недостатка применяют быстрое оттаивание испарителей горячим рассолом.

Воздушное охлаждение холодильных камер осуществляется путем подачи холодного воздуха через воздухораспределительные каналы. Воздухоохладители, используемые при этом способе, могут быть напольными, потолочными или подвесными. При этом способе охлаждения предусматривают автоматическое включение вентиляции при отклонении температуры от заданного предела. Градиент температуры в данном случае не превышает $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, что положительно влияет на сохраняемость продукции.

Важное значение имеет направленность воздушных потоков по отношению к штабелю с продукцией. Наиболее эффективным является направление воздушного потока в стены или потолок, где он разбивается на множество турбулентных потоков и, отражаясь, направляется в штабель с плодами и овощами.

К воздушной системе охлаждения относится динамическая изоляция камер, принцип работы которой заключается в медленном движении охлажденного воздуха навстречу теплопритоку извне.

При эксплуатации воздухоохладители также необходимо периодически оттаивать, так как образующийся на трубах батарей иней резко снижает эффективность охлаждения.

В любых холодильных камерах при хранении плодов и овощей воздух осушается, так как влага осаждается в виде инея на оборудовании, приборах и стенах камеры, что приводит к росту естественной убыли массы, увяданию и повышению потерь хранящейся продукции. Поэтому очень важно при хранении поддерживать оптимальную относительную влажность воздуха.

Для увлажнения воздуха применяют простейшие способы — разбрызгивают воду, вносят снег, развешивают или накрывают продукцию мокрой тканью. Однако более эффективным является увлажнение воздуха с помощью специальных устройств — увлажнителей воздуха. При этом влага в хранилище может подаваться в виде перегретого пара, с помощью ротационных распылителей или форсуночными устройствами.

При естественной циркуляции воздуха скорость его движения составляет менее $0,1\text{ м/с}$, а направление движения воздушного потока в основном снизу вверх. Такого воздухообмена явно недостаточно для создания равномерного температурного поля. Поэтому в настоящее время для создания равномерного температурно-влажностного режима широко используется общеобменная и активная вентиляция холодильных камер.

Системы воздухообмена в камерах могут быть двухканальные, одноканальные и бесканальные.

При двухканальном распределении воздуха, применяемом при воздушном и батарейно-воздушном охлаждении, вентиляционные каналы располагаются под потолком вдоль стен или в центре камеры. Нагнетательный канал проходит вдоль одной стены, а всасывающий — вдоль противоположной. Скорость подаваемого воздуха колеблется от 4...5 до 18 м/с.

При одноканальном распределении воздуха он подается в пространство над штабелем через щелевые сопла, расположенные на боковой стенке канала. Скорость его движения — 12...15 м/с. Такая система рассчитана главным образом на локализацию внешних теплопритоков через перекрытия.

Бесканальное распределение воздуха осуществляется с помощью подвесных воздухоохладителей, которые располагаются либо у стен, либо в центре камеры на расстоянии 3...6 м друг от друга.

Важнейшим мероприятием является размещение продукции в холодильной камере. Размещение плодов и овощей производят с учетом продолжительности хранения, биологических особенностей вида и сорта, физиологического состояния и наличия дефектов.

Если плоды и овощи закладываются на хранение неохлажденными, холодильную камеру надо загружать постепенно — не более 10...15 % объема камеры в сутки, иначе период охлаждения продукции будет длительным и, следовательно, возрастут потери при хранении.

Некоторые виды овощей (томаты, огурцы) и картофель должны адаптироваться к понижению температуры, поэтому их охлаждают медленно — от 10 дней до нескольких недель.

Целесообразно выделять отдельно камеры для кратковременного и долгосрочного хранения. Различные виды плодов и овощей необходимо размещать в отдельных хранилищах. При размещении плодов и овощей одного вида и сорта нужно учитывать их разную сохраняемость в зависимости от зон выращивания и почвенно-климатических условий, срока хранения и очередности реализации.

В холодильниках применяют два способа размещения продукции: в ящиках и контейнерах. Плотность размещения ящиков в холодильные камеры — 250...300, контейнеров — 400 кг на 1 м³ полезного объема. Малогабаритную тару размещают на ящичные поддоны или в контейнеры, устанавливаемые в высоту от 2 до 5 ярусов.

Между поддонами оставляют просветы до 5 см, расстояние от стен до штабелей продукции — 0,3...0,4 м, а от верхней части штабеля до пе-

рекрытия — не менее 0,5 м. Кроме того, оставляются боковые проходы (0,6...0,7 м) и центральный грузовой проезд (2...2,5 м). При батарейном охлаждении увеличивается минимально допустимое расстояние от охлаждающих батарей-испарителей (не менее 0,6 м).

Не только загрузка, но и выгрузка камер должна производиться в сравнительно короткие сроки. При выгрузке продукции в теплое время года необходимо производить ее предварительное отопление для предотвращения выпадения конденсата и порчи продукции после отправки.

Предварительное охлаждение плодоовощной продукции

Одним из наиболее эффективных технологических приемов снижения потерь плодов и овощей является предварительное охлаждение. Сущность его заключается в максимально быстром охлаждении плодов и овощей сразу после сбора до оптимальной для транспортирования и хранения температуры.

Плоды и овощи, съемная зрелость которых совпадает с потребительской (ягоды, вишня, черешня, огурцы, зеленные овощи), должны охлаждаться быстро — за 1...5 ч. Плоды, достигающие потребительской зрелости в процессе длительного хранения (зимние сорта яблок, груш и др.), могут охлаждаться в течение 20...24 ч.

Существует несколько способов предварительного охлаждения: в обычных холодильных камерах хранения; в тоннельных камерах предварительного охлаждения; в специальных аппаратах интенсивного охлаждения; холодной водой (орошением или погружением); вакуумным испарением.

На практике наибольшее распространение получило предварительное охлаждение непосредственно в камерах хранения. При этом камеру ежедневно загружают на 15...20% ее вместимости (по 30...40 т). Температура в камере до загрузки обычно составляет 0 °С, а для чувствительных к холоду продуктов — 5...6 °С.

Для зеленных овощей с большой поверхностью испарения применяется вакуум-охлаждение. Суть его заключается в том, что благодаря вскипанию влаги на поверхности и в клетках овощей при низком давлении продукт быстро охлаждается, что улучшает его сохраняемость. С целью быстрого охлаждения (3...30 мин) для некоторых овощей (морковь, капуста и др.) применяется гидроохлаждение хлорированной водой, охлажденной до 0...5 °С.

Замораживание и хранение продукции в замороженном состоянии



Замораживание проводят с целью подготовки плодов и овощей к длительному хранению без значительного понижения их качества и товарных свойств. Продолжительность процесса замораживания обычно несколько минут.

Перед замораживанием плоды подвергают тщательной проверке по качеству, цвету и размеру. Замораживают плоды без сахара, с сахаром и в сахарном сиропе. Без сахара замораживают мытые целые плоды; с сахаром — очищенные от семян и косточек, а иногда и кожицы; с сиропом — все виды очищенных плодов, кроме нежных косточковых.

Овощи также сортируют по качеству, моют, очищают, режут и бланшируют (кроме томатов, баклажанов и перца) с целью разрушения окислительных ферментов. При замораживании овощей можно использовать 2%-ный раствор поваренной соли.

Быстрое замораживание обеспечивает длительное хранение плодов и овощей за счет предотвращения развития микроорганизмов, понижения скорости ферментативных и физико-химических реакций.

Наиболее распространены способы замораживания плодов и овощей с использованием конвективного и кондуктивного теплообмена.

При *конвективном способе* замораживание плодов и овощей в воздушной среде проводят в морозильных аппаратах туннельного типа при температуре от -30 до -40 °С и ниже; скорость движения воздуха — от 2 до 10 м/с. Замораживание происходит в течение нескольких минут. Наибольшее применение нашли конвейерные и флюидизационные аппараты. Метод флюидизации используется для замораживания мелких неупакованных и нарезанных плодов и овощей диаметром до 40 мм или длиной до 125 мм. При флюидизации продукт находится в «кипящем» слое, получаемом под действием восходящего потока холодного воздуха.

Конвективный способ замораживания в жидких средах, или криоконцентрация, — это процесс концентрации продуктов путем вымораживания воды и последующего разделения компонентов. Криоконцентрированию подвергают фруктовые и овощные соки, напитки и ряд других продуктов. Такой способ замораживания способствует сохранению всех ценных компонентов, а также вкуса и аромата. Криоконцентрирование состоит из двух основных этапов — кристаллизации и сепарирования. Первый этап заключается в превращении воды в лед. На втором этапе концентрат и кристаллы льда, имеющие различную плотность, разделяются в сепараторах.

При *кондуктивном способе* замораживания плоды и овощи замораживают в упаковке между двумя металлическими или неметаллическими эластичными перегородками. На аппаратах этого типа производят замораживание продуктов только правильной, прямоугольной формы. Процесс замораживания очень интенсивный, продолжительность замораживания в 1,5...2 раза меньше, чем в воздушных аппаратах.

Изменение состава, свойств при хранении замороженных плодов и овощей

При замораживании вода превращается в лед, что препятствует питанию микроорганизмов и сокращает скорость биохимических реакций. Наиболее высокая степень отмирания микроорганизмов наблюдается при температуре от -4 до -6 °С, а полностью прекращается их рост при температуре от -10 до -12 °С.

Размер, форма и распределение кристаллов льда в структуре плодов и овощей зависит от их свойств и условий замораживания. Более низкая концентрация растворенных веществ в межклеточном пространстве приводит к тому, что лед формируется в первую очередь в межклеточной жидкости. При понижении температуры ниже точки замерзания водяной пар в межклеточном пространстве конденсируется в виде капелек влаги на клеточных стенках. Эта вода и превращается в микроскопические кристаллики льда. Они бывают в виде линз или разветвленных кристаллов, разрастающихся между клетками. Процесс этот сопровождается повышением осмотического давления за счет роста концентрации растворенных в жидкости веществ, что обуславливает миграцию влаги из клеток. Далее рост кристаллов происходит за счет воды, содержащейся в клетках.

При медленном замораживании образуются крупные кристаллы льда. Быстрое замораживание способствует образованию мелких, равномерно распределенных кристаллов льда. Максимальное кристаллообразование в плодах и овощах происходит при температуре от -2 до -8 °С. Поэтому предотвращение образования крупных кристаллов льда может быть достигнуто быстрым понижением температуры в этом интервале.

Замороженные плоды и овощи приобретают новые потребительские свойства. Им свойственна твердость, вызванная наличием льда, значительно изменяются тепловые свойства, плотность, интенсивность окраски и др. При замораживании повреждаются ферментные системы дыхательной цепи и организм теряет способность к дыханию.

Определяющим фактором сохранения высоких потребительских свойств замороженных плодов и овощей является температурный режим хранения. Существенное значение имеет выравненность температурно-влажностного режима в процессе хранения, так как колебания температуры способствуют увеличению кристаллов льда и сублимации влаги. Хранение плодов и овощей производят при температуре -18°C и относительной влажности 95...98%. Понижение температуры до $-25\text{...}-30^{\circ}\text{C}$ увеличивает срок хранения замороженных плодов и овощей.

Быстрое замораживание позволяет наиболее полно сохранить питательные вещества, входящие в состав свежих плодов и овощей. Плоды и овощи замораживают россыпью или в таре (картонной, полимерной, стеклянной, металлической). Плоды и овощи, замороженные россыпью, фасуют в тару из полимерных материалов, которые герметизируют.

Замораживание производят в скороморозильных аппаратах при температуре от -30 до -50°C . Продолжительность замораживания зависит от свойств, размеров, толщины, формы сырья и температуры замораживания и колеблется от 7 мин до 24 ч.

Потери плодоовощной продукции при хранении

Потери плодоовощной продукции при хранении складываются из убыли массы и абсолютного отхода.

Убыль массы — результат дыхания продукции в процессе хранения, на которое расходуются питательные вещества, и испарения воды из продукции. Из общей потери массы около 80...90% приходится на испарение влаги и 10...20% — на потерю сухого вещества в процессе дыхания. Потери массы хранящейся продукции неизбежны, поэтому их обычно называют естественной убылью.

На хранение необходимо закладывать только стандартную продукцию без механических повреждений и признаков болезней. Болезни увеличивают убыль массы при хранении. Важное значение имеет быстрое охлаждение убранных овощей и плодов и предотвращение колебания температуры в хранилище, что позволяет замедлить процессы обмена веществ и снизить потери.

Испарение воды из хранящейся продукции является физическим процессом и зависит в первую очередь от особенностей овощей и плодов, строения их покровных тканей. Например, луковицы лука репчатого покрыты плотными сухими чешуями, защищены от потери воды, и поэтому их хранят при низкой влажности воздуха (70...75%). Корнеплоды, капуста, плоды и ягоды имеют тонкие покровные ткани, поэтому их хранят при высокой влажности (90...95%).

В пределах одного вида продукции интенсивность испарения связана с величиной экземпляров: чем они меньше, тем больше у них удельная поверхность испарения и больше потери. Поэтому на хранение лучше закладывать выровненную продукцию средних размеров.

При хранении овощей и плодов в деревянной таре необходимо учитывать, что в начальный период идет интенсивное поглощение воды тарой, в том числе за счет воды хранящейся продукции. Поэтому перед использованием деревянной тары ее необходимо подвергнуть искусственному увлажнению в специальном помещении.

Абсолютный отход продукции при хранении включает ростки, отставшую чешую лука, зачищаемую часть капусты, а также экземпляры, в сильной степени пораженные болезнями или физиологическими расстройствами. Причиной возникновения этого вида потерь является прорастание продукции и поражение ее болезнями при нарушении технологии хранения.

В систему мероприятий, снижающих поражение картофеля, овощей и плодов болезнями при хранении, входят следующие: комплекс агротехнических приемов, обеспечивающих получение продукции с высокими товарными качествами; соблюдение оптимальных сроков уборки; предохранение от механических повреждений; дезинфекция хранилищ, холодильных камер и тары; правильное размещение продукции с учетом ее биологических особенностей; поддержание оптимального температурного, влажностного и газового режимов в течение всего периода хранения.

Как разновидность потерь выделяют также **технологический брак**, или технический отход. Сюда входят экземпляры продукции, которые при хранении частично повреждены болезнями, физиологическими расстройствами, вредителями, подмораживанием. После соответствующей подготовки эту часть продукции можно использовать на корм скоту или для переработки.

Естественную убыль продукции списывают ежемесячно по нормам естественной убыли. Ее величину исчисляют от среднего количества продукции, хранившейся в течение конкретного месяца. Среднемесячное количество продукции определяют по данным на 1-е, 11-е, 21-е и 1-е число последующего месяца. При этом берут 1/2 массы продукции на 1-е число месяца, массу всей продукции на 11-е и 21-е число следующего месяца и сумму их делят на 3. От полученной средней массы вычисляют убыль продукции в соответствии с процентом, указанным в нормах.

Естественную убыль списывают по фактическим размерам, но не выше установленных норм. Фактическую естественную убыль опре-

деляют по фиксированным пробам продукции, размещаемым в сетках в разных горизонтах насыпи или в отдельных упаковках. Разница в массе при закладке на хранение и после его окончания показывает естественную убыль в конкретных условиях.

Величину абсолютного отхода и технологического брака устанавливают путем товароведного анализа отобранных средних образцов продукции и взвешиваний. Эти виды потерь списываются внутривоздейственным актом, в котором указывают причину их образования.

Подготовка хранилищ к приемке нового урожая

После освобождения от плодоовощной продукции хранилища начинают готовить к следующему сезону. Помещения и прилегающую территорию очищают от остатков продукции, отходов, мусора, все это вывозят в специально отведенное место, где сжигают или закапывают в глубокие ямы. Оборудование и тару выносят наружу, складывают в штабеля и обрабатывают дезинфицирующим раствором формалина (1 часть 40 %-ного формалина на 40 частей воды). Тару дезинфицируют также в камерах холодильников, сжигая молотую серу из расчета 50...60 г на 1 м³ объема камеры.

После очистки хранилища просушивают и ремонтируют. В хранилищах с активной вентиляцией ремонтируют вентиляционные установки, смесительные клапаны, заслонки. Их очищают от грязи и ржавчины, окрашивают и смазывают. В процессе ремонта особое внимание обращают на заделку щелей и нор, через которые в хранилища могут проникнуть грызуны. Щели заделывают битым стеклом, жостью, цементным раствором; отверстия приточных труб закрывают частой металлической сеткой.

После ремонта съемные деревянные конструкции устанавливают на место в хранилище, а металлический инвентарь и средства механизации оставляют снаружи. Затем дезинфекцией хранилищ уничтожают возбудителей болезней, насекомых и клещей.

Различают сухую и мокрую дезинфекцию. *Сухая* заключается в окуливании помещений сернистым газом. Окуливание возможно только в герметически закрытых хранилищах или камерах. При этом плотно закрывают ворота, двери, вентиляционные трубы и все щели замазывают глиной. В проходе хранилища насыпают песчаные подстилки толщиной 15...20 см и диаметром около 1 м, по краям делают песчаный валик. На эти подстилки устанавливают жаровни для сжигания серы. Для предотвращения растекания горячей серы в жаровни насыпают песок слоем 5...8 см.

Для дезинфекции деревянных хранилищ серу сжигают из расчета 60...90 г на 1 м³ помещения. В каменных и железобетонных хранилищах норма применения ее в 2 раза меньше. В случае поражения лука в предыдущий сезон клещом норма расхода серы в лукохранилищах возрастает до 120...150 г на 1 м³. Быстрое сгорание серы происходит при использовании смеси следующего состава: 70 частей серы, 22 — селитры и 8 — древесных опилок. Такая смесь загорается от обычной спички. Окуривание выполняют в противогазе.

Окуривание производят и при помощи специальных серных шашек по 100 и 500 г. После сгорания серы хранилища держат закрытыми в течение одних-двух суток. Затем их открывают и тщательно проветривают.

В связи с тем, что сжигание серы опасно в пожарном отношении, часто используют сжиженный серный ангидрид, подаваемый в камеры по шлангу из металлического баллона. По сравнению с серой дозу сернистого ангидрида увеличивают в 2 раза, так как при сгорании 1 г серы образуется 2 г SO₂.

При *мокрой* дезинфекции опрыскивают помещения раствором формалина или хлорной извести. При использовании формалина расходуют около 0,25 л раствора на 1 м² поверхности. Рабочий раствор готовят из расчета 1 л 40 %-ного формалина на 40 л воды. Опрыскивание производят ранцевым опрыскивателем. При дезинфекции формалином температура в хранилище должна быть не ниже 16...18 °С; чем выше температура, тем сильнее действие раствора. Опрыскивание выполняют в противогазе и спецодежде.

При опрыскивании хлорной известью ее раствор готовят из расчета 40 г на 1 л воды. Эта смесь настаивается 2 ч, затем прозрачный раствор сливают и используют для обработки. Необходимо учитывать, что хранящиеся овощи и плоды приобретают запах хлорной извести и теряют товарные качества. В связи с этим дезинфекцию помещений проводят за два месяца до загрузки продукции.

Хранилища и камеры холодильников обеззараживают также опрыскиванием 2...3 %-ным раствором препарата № 5 (оксидифенолята натрия).

При опрыскивании, как и при окуривании, помещения плотно закрывают и держат закрытыми в течение одних-двух суток. После этого их тщательно проветривают, просушивают и изнутри дважды производят побелку раствором свежегашеной извести (2...2,5 кг на 10 л воды). В известковый раствор добавляют медный купорос из расчета 200 г на 10 л раствора. После побелки хранилища и камеры холодильников хорошо просушивают.

Контрольные вопросы

1. С какой целью применяют режим хранения плодов и овощей в охлажденном состоянии?
2. Какие способы применяются для охлаждения плодов и овощей?
3. Как производится регулирование относительной влажности воздуха в камерах хранения?
4. Классификация систем воздухообмена в камерах.
5. Особенности размещения плодов и овощей в холодильниках в зависимости от их вида и сроков хранения.
6. Для чего применяют предварительное охлаждение плодоовощной продукции?
7. Какие способы применяют для предварительного охлаждения плодов и овощей?
8. Техника замораживания плодоовощной продукции.
9. Какие изменения происходят в плодах и овощах при замораживании?
10. Влияние скорости замораживания плодов и овощей на их качество.
11. Виды потерь плодов и овощей при хранении.
12. Порядок подготовки хранилищ к приему нового урожая.



ХРАНИЛИЩА-ХОЛОДИЛЬНИКИ

Типовые проекты холодильников и их конструктивные особенности

В условиях промышленного хранения плодов основным критерием эффективности технологии и последовательности всех операций служит уровень сохраняемости продукции, снижение потерь и затрат.

Строительство и эксплуатация холодильников обходится значительно дороже обычных хранилищ, однако они быстро окупаются, и поэтому развитие хранения плодов и овощей идет по пути сооружения крупных холодильников.

В настоящее время известно много типов холодильников, различающихся по планировочным решениям, системе охлаждения, вместимости, средствам механизации и оборудования, а также особенностям эксплуатации.

Холодильники включают камеры хранения, отделение товарной обработки продукции, машинное отделение и подсобное помещение для обслуживающего персонала (рис. 24).

Холодильники проектируют обычно в виде одноэтажных зданий, однако крупные холодильники могут достигать 5...7 этажей. Наиболее распространена планировка, при которой в одном торце здания расположено светлое помещение (цех) товарной обработки с оборудованием и запасом тары, в другом — машинное отделение; между ними размещают камеры хранения с выездом в изолированный холодный коридор. Такая планировка снижает потери холода при загрузке и выгрузке продукции из камер в теплые периоды года.

Для выгрузки продукции, доставленной автотранспортом, у одной из продольных сторон здания сооружают крытую платформу, по высоте соответствующую кузову автомобиля. В крупных холодильниках оборудуют две платформы: с одной стороны автомобильную, а с другой — железнодорожную.

В зависимости от общей вместимости холодильника и его назначения объем камер хранения составляет 100...500 т. Крупные камеры экономичнее, т. к. чем больше их вместимость, тем меньшая часть отводится на проходы и тем полнее используются камеры. Но в таких ка-

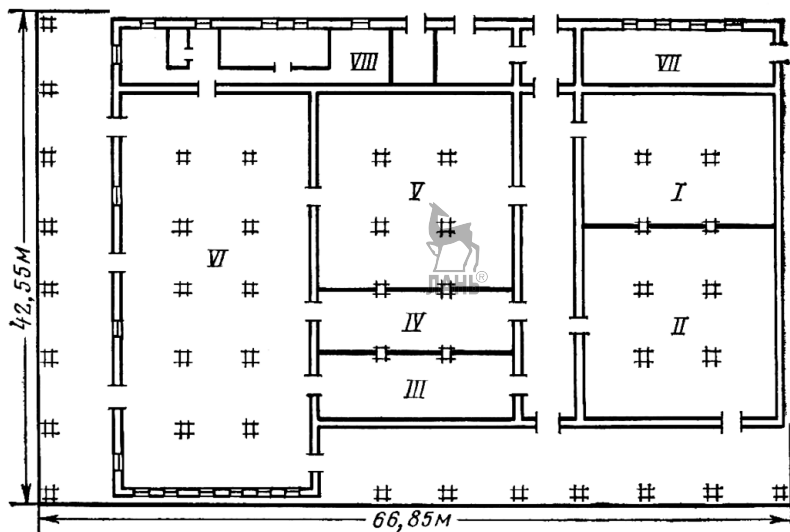


Рис. 24. Фруктохранилища вместимостью 1000 т:

I... *V* — камеры; *VI* — цех товарной обработки; *VII* — компрессорная; *VIII* — бытовые помещения

мерах сложнее поддерживать выровненный режим, поэтому устраивают принудительную вентиляцию.

Высота камер (6...8 м) в основном зависит от высоты подъема погрузчиков и определяется количеством продукции, размещаемой на 1 м² полезной площади.

Для быстрого охлаждения плодов в некоторых холодильниках оборудуют камеры предварительного охлаждения с мощными воздухоотделителями. Их объем рассчитывают на количество плодов, убираемых в течение суток. Охлажденные плоды затем перегружают в камеры хранения.

В крупных холодильниках сооружают камеры для ускоренного дозревания плодов, оборудованные системами отопления, вентиляции и приспособлениями для обработки этиленом.

Стабильность заданного режима хранения в холодильниках во многом зависит от теплоизоляции камер. Для этого на стенах и перекрытиях изнутри монтируют необходимый слой теплоизоляционного материала, защищая его с обеих сторон слоем паро- и гидроизоляции. Сначала стены покрывают слоем гидроизоляции, а затем теплоизоляционным материалом с малой теплопроводностью и объемной массой, но достаточно прочным. Обычно используют пробковые, минераловатные

плиты, торфоплиты, пеностекло, пенопласт. Снаружи этот слой покрывают пароизолирующим материалом (битум, алюминиевая фольга или цементная затирка на проволочной сетке). Эффективны в применении панели типа «сэндвич», длиной до 8 м и шириной 1,5 м, состоящие из двух облицовочных листов гофрированного алюминия (вагоизолятор) и между ними — вспененного полиуретана (теплоизолятор). Панели крепят на стенах и перекрытиях камер, места стыков герметизируют жидким полиуретаном.

Пол камер покрывают цементом или асфальтом и обычно не теплоизолируют. Но чтобы избежать утечки холода в стыках пола со стенами, слой теплоизоляции опускают ниже уровня пола или вводят его под пол.

Требования к теплоизоляции дверей холодильников значительно выше, чем в хранилищах. В дверную панель монтируют достаточный слой теплоизоляционного материала, защищенного гидроизоляцией от увлажнения. Двери делают прислонные или отодвигающиеся в сторону, чтобы в камеру мог заехать погрузчик. По периметру двери и дверного проема крепят теплоизолирующие прокладки. У дверей крупных камер устраивают теплоизолирующую воздушную завесу. Вентилятор забирает воздух в камере и направляет его струей с большой скоростью вдоль дверного проема, отесняя наружный воздух.

Способы охлаждения камер

Для искусственного охлаждения плодов и овощей используют различные типы установок. По принципу действия холодильные установки подразделяются на следующие:

- воздушные, или газовые;
- паровые, в том числе компрессионные, абсорбционные, парожеткорные;
- термоэлектрические.

В *воздушных* холодильных установках использован принцип охлаждения рабочего тела при его расширении без теплоподвода извне.

В *паровых* холодильных установках холодильный агент, участвуя в цикловом термодинамическом процессе, претерпевает фазовые превращения, периодически испаряясь и конденстрируясь на отдельных участках цикла.

В *термоэлектрических* холодильниках используется принцип Пельтье, когда при пропускании через некоторые полупроводники электрического тока на противоположных сторонах пластины появляется разность температур.

Для искусственного охлаждения используют преимущественно компрессорные холодильные установки. Принцип работы паровых компрессорных установок заключается в том, что в холодильных машинах производство холода осуществляется в результате циркуляции одного и того же количества холодильного агента, находящегося в замкнутой системе и меняющего свое агрегатное состояние при испарении и конденсации. Замкнутая система холодильной машины — это компрессор, конденсатор, испаритель и регулирующий вентиль, обеспечивающий перепад давления между испарителем и конденсатором.

В холодильных машинах для охлаждения используют теплоту испарения легкокипящих жидкостей — аммиака или хладона. В испарителе происходит кипение хладагента за счет теплоты, отводимой из охлаждающей среды.

Температура кипения аммиака при атмосферном давлении $-33,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, хладона-12 — $-29,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, хладона-28 — $-40,8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Принцип работы компрессорной холодильной установки сводится к циклическому фазовому превращению хладагента: компрессор отсасывает пары хладагента из испарителя и сжимает их. При этом механическая энергия сжатия повышает давление и температуру паров. Образовавшиеся пары хладагента поступают в конденсатор для сжижения в результате их охлаждения путем контакта наружной поверхности конденсатора с воздухом из камер хранения при воздушной системе охлаждения или рассолом хлорида натрия при рассольной системе охлаждения (рис. 25). Жидкий хладагент, отдавший тепло конденсации, поступает в испаритель, который обеспечивает снижение давления жидкого хладагента, и цикл «испарение — конденсация» повторяется вновь.

Обычно в крупных холодильниках используют аммиачные установки, характеризующиеся высокой производительностью. Однако недостатком таких установок является необходимость в мощном охладителе для конденсатора — градирне, работающей на воде. Кроме того, такая установка обслуживает все камеры хранения централизованно, что затрудняет регулирование температуры в каждой из них при хранении разных видов продукции.

Холодильные установки, использующие хладоны, менее производительны, но конденсатор охлаждается в них воздухом, поэтому они проще и экономичнее в эксплуатации.

На каждую камеру хранения монтируют отдельную холодильную машину, что облегчает поддержание в них температуры, оптимальной для каждого вида продукции.

В холодильниках применяют несколько систем охлаждения.

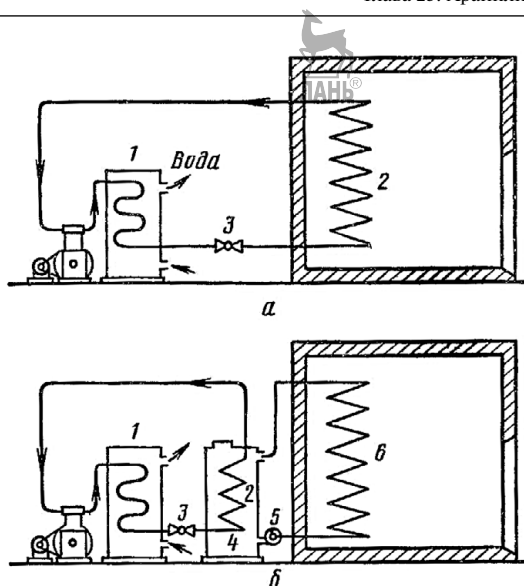


Рис. 25. Схема непосредственного (а) и рассольного (б) охлаждения камер:
 1 — конденсатор; 2 — испаритель; 3 — регулирующий вентиль; 4 — бак с рассолом; 5 — насос;
 6 — батарея охлаждения

В *централизованных* системах охлаждения создают общее машинное отделение для всех компрессоров и другого оборудования. Размещение оборудования в общем машинном зале облегчает его обслуживание, особенно аммиачных установок. К недостаткам данной системы относится сложность и длительность монтажа, наличие большого количества распределительных устройств, разветвленная сеть трубопроводов и запорной арматуры, большая занимаемая площадь.

В *децентрализованных* системах применяют автономные хладоновые установки заводского производства. При этом уменьшаются сроки монтажа и такие установки можно применять на предприятиях, где применение аммиачных установок не разрешается.

Оборудование, находящееся в камерах холодильников, служит для теплообмена между воздухом камеры и холодоносителем. По принципу действия оно подразделяется на: батарейное охлаждение; с естественной циркуляцией воздуха; на воздушное охлаждение с циркуляцией и на смешанное.

При *батарейном охлаждении* используют подачу холодоносителя в батарею, расположенную непосредственно в камере. Охлаждение воздуха происходит за счет конвективного теплообмена между поверхностью батареи и воздушным пространством камеры. При батарейном охлаждении

дении происходит небольшая усушка продукции и имеется неравномерность распределения температуры по объему камеры.

В системах *воздушного охлаждения* холодный воздух подается непосредственно в камеру, причем подача осуществляется из нескольких точек с помощью вентилятора и воздуховодов.

В *смешанной системе охлаждения* камер воздухоохладителем интенсивно охлаждают продукцию после загрузки осенью, а пристенные батареи ограничивают поступление внешних притоков тепла в камеру и способствуют поддержанию выровненной температуры.

Способы увлажнения воздуха в камерах холодильников

В холодильниках трудно поддерживать относительную влажность воздуха, так как постоянно происходит вымораживание воды на охлаждающих элементах. Пониженная относительная влажность воздуха приводит к высоким потерям от испарения воды из продукции.

Одним из способов снижения данных потерь является увлажнение воздуха в камерах. Увлажнение воздуха может происходить путем введения в него воды или пара. Для этого используют ротационные, паровые и форсуночные увлажнители.

Ротационный увлажнитель ЛН-1А (рис. 26) подвешивают на кольцах к потолку камеры и подводят к нему трубопровод с водой.

В корпусе при помощи поплавкового регулятора поддерживают постоянный уровень воды. В распылитель вставлен корпус с диском, вращаемый электродвигателем. Корпус подает воду на быстровращающийся диск, который отбрасывает ее на круглый распылитель и превращает в водяную пыль. Вентилятор, установленный на одной оси с электродвигателем, подает распыленную воду в камеру, где воздух увлажняется. Производительность ротационного увлажнителя до 6 л/ч.

Паровой увлажнитель АУВ устанавливается на полу камеры; принцип его

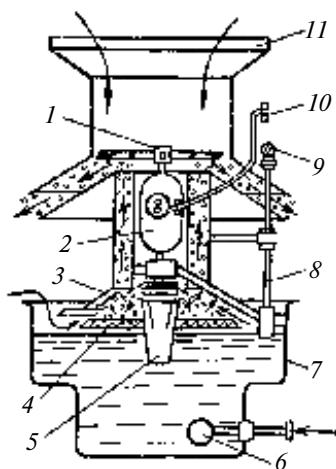


Рис. 26. Ротационный увлажнитель воздуха:

- 1 — вентилятор; 2 — электродвигатель; 3 — распылитель; 4 — диск; 5 — конус; 6 — поплавковый клапан; 7 — корпус; 8 — стойка; 9 — подвесное кольцо; 10 — кабель; 11 — диффузор

действия заключается в том, что кипящая вода, создавая пар, выбрасывает его в окружающее пространство. Он состоит из теплоизолированного корпуса, в котором установлен трубчатый водонагреватель для подогрева воды. Верхняя часть электронагревателя находится над уровнем воды и служит для подогрева получаемого пара до 120 °С, повышая его давление. Уровень воды поддерживается поплавковыми клапанами. Подаваемую воду пропускают через противонакипное магнитное устройство и фильтр. Образовавшийся пар под давлением выбрасывается через выпускной клапан. Производительность при мощности нагревателя 0,16 кВт — 20 кг/ч.

Форсуночные увлажнители работают совместно с вентиляционной системой; одна из форсунок подает воду по ходу движения воздуха, другая — против хода. После распыла мелкодисперсные капли воды увлажняют воздух и через воздухообразующие каналы системы вентиляции поступают в продукцию.

Холодильники с регулируемой газовой средой

Создание и поддержание заданного состава газовой среды для хранения плодов наиболее успешно осуществляется в специальных камерах, отличающихся от обычных холодильников планировочными решениями и герметизацией. Помимо температурного фактора, на лежкость продукции сильно влияет газовый состав среды, в котором находятся плоды и овощи.

Первые исследования в этой области проводились в 1913 г. Я. Я. Никитинским, С. С. Загорянским, Р. В. Церевитиновым. Ими установлено, что наилучшая сохраняемость продукции достигается при оптимальном сочетании температуры, влажности и состава газовой среды.

Практический опыт показывает, что применение РГС позволяет значительно продлить сроки хранения плодов и овощей, уменьшить потери в массе в 2...3 раза без заметного снижения качества. Однако хранение в условиях измененной газовой среды по сравнению с хранением в обычной атмосферной газовой среде требует высоких затрат и отличается сложностью технических решений. Но несмотря на высокие затраты, хранение в РГС дает прибыль за счет снижения потерь и реализации продукции в осенне-летний период по более высоким ценам.

Одной из важных особенностей хранения в РГС является необходимость герметичной газоизоляции камер. В камерах герметизируют не только стены, пол и потолок, но также дверь, люк, смотровое окно и все виды оборудования: электропроводка, трубопроводы и другие коммуникации. Герметичность достигается применением специальных га-

зонепроницаемых материалов, размещенных с внешней или внутренней стороны теплоизоляции. Иногда газонепроницаемый барьер осуществляется в самой конструкции теплоизоляции, иногда он представляет как бы прослойку из газонепроницаемого материала, размещенного между несущей стеной и изоляцией. Для герметизации используют газоизоляционные материалы, непроницаемые для диоксида углерода и кислорода, устойчивые к коррозии, микроорганизмам, механическим повреждениям, недорогостоящие, удобные при проведении газоизоляционных работ и не сообщающие продукции посторонних запахов.

Используемые для этих целей материалы многочисленны. Ранее широко использовалась металлическая изоляция из листовой оцинкованной стали и алюминиевой фольги на битуме. Газоизоляция из сварных оцинкованных листов надежна, но она дорогостоящая. Поэтому разработаны другие системы и материалы, менее дорогостоящие. К ним относятся панели из пенополистирола, к которым с внешней стороны приклеивают путем горячего прессования гофрированный алюминий толщиной 80 мкм, который снаружи защищен слоем специального, устойчивого к коррозии лака. После монтажа стенки панелей промазывают газонепроницаемой мастикой.

Для герметизации стыков панелей используют также специальный состав на основе эпоксидной смолы и битумно-латексной эмульсии. В последние годы панели вместо алюминия покрывают листом полиэфирного стеклопластика с нанесенным на него слоем синтетического желатина, что обеспечивает полную газонепроницаемость и отсутствие конденсата влаги на стенах и перекрытиях камер. В качестве газоизолирующих материалов используют также эпоксидные смолы, газонепроницаемые краски, битумные мастики с каучуком.

Особое внимание при газоизоляции холодильников уделяют полам, т. к. на них приходится максимальные нагрузки. Для этого сначала на бетонное основание настилают слой асфальта толщиной 200 мм, затем слой армированного битума и покрывают его листами тонкого алюминия. Стыки листов промазывают мастикой и заклеивают самоклеящейся лентой. Во избежание механических повреждений листов алюминия на него укладывают слой войлока, а затем армированные бетонные плиты. По периметру камеры устанавливают бетонные ограничители для предохранения от повреждений при загрузке и выгрузке продукции. Потолочные углы и стыки «стены-потолок», а также места ввода, вывода технологических и контрольных трубопроводов герметизируют газонепроницаемой мастикой и самоклеящейся лентой.

Для надежной герметизации дверного проема периметр двери и самого проема обрезают; запорный механизм двери применяют ры-

чажный или винтовой. В двери предусматривают смотровое окно для визуального контроля за хранящейся продукцией.

Степень герметизации проверяют в незагруженной, тщательно закрытой камере, при неработающей охлаждаемой установке и выключенных вентиляторах. Во время испытания температура воздуха в камере должна быть постоянной и равной температуре наружного воздуха. В камере создают избыточное давление с помощью насосов, а затем в течение определенного времени измеряют падение давления. В нашей стране приняты следующие нормативы: избыточное давление в камере 200 Па должно снижаться до 100 Па не быстрее чем за 10 мин.

Существует также и другой метод определения герметичности камер. В камере доводят концентрацию CO_2 до уровня 5 %, а затем, ежедневно анализируя пробы газовой среды, определяют концентрацию CO_2 ; снижение концентрации не должно превышать 0,15 % в сутки.

Наиболее эффективным способом определения утечки является закачка в камеру небольшого количества фреона под слабым давлением. Места утечки обнаруживают снаружи с помощью индикатора фреона — галоидной лампы.

Во избежание нарушения герметичности камеры от перепадов давления снаружи и изнутри при быстром охлаждении плодов и овощей, в каждой камере устанавливают клапан, выравнивающий давление.

Для создания РГС используют несколько типов оборудования: газогенераторы, мембранные газообменники и газораспределительные установки типа БАРС (см. ниже), а также регулирование газового состава с помощью аб- и адсорбентов.

Газогенератор УРГС-2Б предназначен для генерации заданного газового состава путем сжигания углеводородных газов. Он состоит из газогенератора, аппарата очистки и системы управления. Генератор применяется при необходимости снижения концентрации кислорода и повышения концентрации диоксида углерода. Аппарат очистки применяется в случае чрезмерного роста концентрации диоксида углерода и падения концентрации кислорода. Установка в целом включается только в случае одновременного роста концентраций кислорода и диоксида углерода.

Для обеспечения получения газовых сред, содержащих 0,4...0,5 % кислорода, в газогенераторах поддерживается определенное соотношение топливо/воздух. Природный или сжиженный газ сжигается сначала в камере сгорания, а затем на керамической насадке, играющей роль катализатора; после сжигания продукты сгорания проходят ступенчатую стадию охлаждения. Газовая смесь, содержащая 0,4...0,8 % кислорода и 11...13,8 % диоксида углерода, направляется в абсорбционный аппарат очистки АО-2Б для поглощения CO_2 .

Абсорбционный аппарат марки СТК-3 заполнен активированным углем, выполнен в виде цилиндрической емкости, разделенной центральной перегородкой на два отсека. Он снабжен механизмом и шкафом контроля и управления, обеспечивающими автоматическое поочередное переключение отсеков с режима поглощения на режим регенерации. Регенерация активированного угля проводится с помощью вентилятора атмосферным воздухом.

Конструкция газогенератора УРГС-2Б позволяет использовать отдельно генератор и аппарат очистки, а также их совместную работу.

При использовании газогенераторов заданный состав среды (5 % CO_2 , 3 % O_2 , 92 % N_2) в камере вместимостью 100 т яблоч устанавливается за 10...12 ч.

В производстве, помимо газогенераторов, используют газообменные установки, работающие на основе кремнийорганических мембран типа БАРС. В мембранном газораспределительном аппарате стенки последовательно соединенных клапанов, выполненные из специальной полимерной пленки, окружаются герметичным металлическим кожухом, а в пространстве между пленкой и кожухом создается вакуум. Поэтому диффузия газов идет в одном направлении — из камеры через пленку: проницаемость пленки для кислорода в 3 раза, а для углекислого газа — в 12 раз выше, чем для азота. Это дает возможность удалять избыток углекислого газа и снижать концентрацию кислорода в начале формирования газовой среды. При этом концентрация азота достигает 90 %. Этой смесью продувают холодильные камеры, понижая в них концентрацию кислорода. Установки работают по следующей схеме. Воздух из камеры хранения при помощи вентиляторов продувается через последовательно соединенные мембранные аппараты, обедняется кислородом и диоксидом углерода, обогащаясь азотом, и вновь подается в камеру. Когда концентрация азота в камере достигнет 92...94 %, а кислорода — 6...8 %, установка автоматически выключается.

На втором этапе работы БАРС, при достижении верхнего допустимого предела содержания диоксида углерода, установка автоматически включается, и избыток его выводится вентилятором при помощи газообменника в атмосферу, а газовая среда с заданным составом поступает обратно в камеру. Количество азота при этом остается постоянным.

Преимущества создания и регулирования газовой среды мембранным способом:

- отсутствие потребности в горючих газах, сорбентах, азоте;
- отсутствие стадии регенерации, использование расходных материалов, легкость управления;
- возможность регулирования в широких пределах содержаний диоксида углерода и кислорода.

Абсорбционные устройства были первыми установками для создания газовой среды в холодильных камерах. Их цель — удаление излишка углекислого газа из камеры путем химического взаимодействия с поглотителями. Для этих целей чаще всего используют щелочи: NaOH, KOH и Ca(OH)₂.

Принципиальная схема работы данной установки заключается в том, что вентилятором из камеры отбирается газовая среда и по трубопроводу подается в абсорбер снизу вверх, а раствор щелочи — сверху вниз. Раствор, подаваемый насосом в абсорбер по трубопроводу, предварительно разбрызгивается распылителем для равномерного орошения керамической насадки, заполняющей объем абсорбера для увеличения поверхности контакта раствора щелочи с газовой средой. Последняя, поднимаясь вверх, взаимодействует с раствором щелочи.

В процессе массообмена углекислый газ поглощается из газовой среды, которая затем проходит последовательно щелочеотделитель, щелочеуловитель и по трубопроводу возвращается в камеру.

Работа *адсорбционных* поглотителей основана на использовании физической адсорбции газов — обратимого процесса поглощения газов активной поверхностью твердого мелкодисперсного вещества адсорбента. Физическая адсорбция не сопровождается химической реакцией, а обусловлена притяжением молекул газа в поры адсорбента. Вследствие этого при физической адсорбции поглощенный газ можно сравнительно легко эвакуировать, то есть десорбировать. В качестве адсорбента можно использовать цеолиты, активные угли и другие вещества. Адсорбенты имеют высокую поглотительную способность, выдерживают большое количество циклов сорбция — десорбция, хорошо регенерируются воздухом и эффективны в эксплуатации. Кроме углекислого газа, цеолиты и активированный уголь могут удалять этилен, альдегиды и кетоны, выделяемые плодами в процессе дыхания.

Контрольные вопросы

1. Каковы конструктивные особенности хранилищ с искусственным охлаждением?
2. Перечислите типы установок, применяемых для охлаждения воздуха.
3. Опишите схемы непосредственного и рассольного охлаждения холодильных камер.
4. Какие системы охлаждения воздуха существуют? Укажите их особенности.
5. Перечислите способы увлажнения воздуха в холодильных камерах.
6. Какие существуют способы герметизации холодильных камер с РГС?

Глава 24.

ТОВАРНАЯ ОБРАБОТКА ПЛОДОВООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ. ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ И ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ ОВОЩЕЙ



Виды и способы товарной обработки плодов и овощей

Бесперебойное снабжение населения свежими плодами и овощами в течение года возможно только при организации налаженной работы плодоовощного конвейера, составляющего единый технологический цикл, звеньями которого являются выращивание, товарная обработка, транспортирование, хранение и реализация.

Необходимость товарной обработки вызвана качественной неоднородностью убранный продукции, изменениями качества при транспортировании и хранении.

Товарная обработка — это проведение комплекса операций, в ходе которых формируется товарное качество плодоовощной продукции. В отличие от выращивания (когда активно происходит формирование качества продукции путем накопления питательных веществ и улучшения потребительских свойств), при проведении товарной обработки происходит пассивное формирование товарного качества — отбраковка дефектной продукции и градация качества. Основной целью товарной обработки является формирование однородных по качеству товарных партий продукции путем разделения на группы в соответствии с требованиями нормативных документов.

В зависимости от целевого назначения и места в едином технологическом цикле товарную обработку подразделяют на послеуборочную и предреализационную.

Послеуборочную товарную обработку продукции проводят в местах выращивания, чтобы избежать нерационального использования тары, транспортных средств и хранилищ. Проведение послеуборочной товарной обработки в хранилищах нецелесообразно, так как в период массового завоза это сделать трудно. Кроме того, из-за нехватки транс-

портных средств вывезти отходы и нестандартную продукцию чрезвычайно сложно и это связано с дополнительными издержками.

Предреализационная товарная обработка продукции является подготовительным звеном к реализации плодоовощных товаров. Проводить ее нужно в цехах товарной обработки, оборудованных средствами механизации. В результате сокращаются затраты на транспорт и тару, облегчается вывоз отходов и нестандартной продукции. Исключением являются партии скоропортящейся продукции с нежной консистенцией (ягоды, томаты, косточковые), если исходное качество их не ниже 95 %. Переборка такой партии приведет к повреждению продукции и ускорит ее порчу.

После предреализационной товарной обработки плоды и овощи должны храниться не более 24 ч. Отдельные виды овощей могут храниться без изменения качества и дольше (в сутках, не более): фасованная морковь, свекла — 2; лук репчатый — 6; картофель — 9.

Послеуборочная и предреализационная товарные обработки продукции состоят из операций, которые подразделяются на основные, специфичные и вспомогательные.

Основными операциями являются сортировка и калибровка плодов и овощей, которые обеспечивают достижение основной цели товарной обработки — формирования однородного качества продукции.

Сортировка плодов и овощей производится по внешнему виду с учетом допускаемых отклонений по форме, окраске, состоянию поверхности; свежести; у отдельных видов — по степени зрелости и консистенции.

Сортировка может быть сплошной и отборочной, которая производится положительным и негативным отбором. Выбор того или иного способа сортировки зависит от исходного товарного качества партии плодов и овощей.

Сплошная сортировка проводится путем переборки всей продукции, когда осматривается каждый ее экземпляр вручную или через определенные сортировочные устройства (например, фотоэлементы).

При отборочной сортировке продукция подвергается визуальному осмотру и выбраковке экземпляров разных градаций качества от градации, принятой за основную. При негативном отборе отсортировывают нестандартную фракцию и отход, при положительном — стандартную. Положительный отбор применяют только в случае преобладания в товарной партии нестандартной продукции или отхода.

Каждому методу сортировки продукции свойственны определенные преимущества и недостатки. При сплошной сортировке конечное качество продукции выше. Однако если такая сортировка осуществляется вручную, то высокое качество будет только в начале, а потом,

из-за утомляемости работников, увеличивается количество пропусков дефектной продукции и качество снижается. Производительность труда при сплошной немеханизированной сортировке ниже, чем при отборочной. При отборочной сортировке вероятность пропусков дефектной продукции больше, особенно если скорость движения транспортера превышает физиологические возможности сортировщика. Оптимальная скорость движения транспортера, например для яблок — 6...7 м/мин.

Калибровка — это сортировка продукции по размеру или массе. Чаще применяют размерную калибровку, так как она не требует дорогостоящего оборудования. С помощью калибровки можно улучшить внешний вид продукции, сформировать фракции, однородные по степени зрелости; рациональнее использовать тару, транспортные средства и хранилища. При правильном размещении такая продукция лучше сохраняется.

В процессе сортировки и калибровки плодоовощную продукцию подразделяют на несколько категорий качества: стандартную, нестандартную, брак и отход. Стандартную продукцию направляют на упаковку, а затем на хранение (при послеуборочной товарной обработке) или в реализацию (при предреализационной товарной обработке). Нестандартная продукция хранению не подлежит и направляется на переработку, в торговлю по сниженным ценам или на корм скоту. Брак или технический отход направляют на переработку, абсолютный отход — на свалку или для производства компоста.

Специфические операции характерны только для отдельных видов плодов и овощей, что обусловлено особенностями их строения, а также физиологическим состоянием и наличием дефектов. При этом отделяют посторонние примеси или несъедобные части растений. У картофеля и корнеплодов отделяют землю и камни. У корнеплодов и лука репчатого при уборке или после нее обрезают ботву или перо и т. д. Ботву корнеплодов нужно обрезать, оставляя черешки не более 2 см.

Вспомогательные операции носят подготовительный или завершающий характер и предназначены в помощь основным. Подготовительные операции связаны с доставкой продукции, тары и упаковочных материалов к месту проведения основных операций. Завершающие вспомогательные операции осуществляются после окончания основных: сортировки и калибровки. К ним относят укладку в тару, ее забивку или завязку, маркировку.

В зависимости от уровня механизации способы товарной обработки подразделяют на немеханизированные, полумеханизированные и механизированные.

Немеханизированная (ручная) товарная обработка проводится без применения средств механизации всех операций. Преимуществом ее является отсутствие затрат на приобретение оборудования и отведение специальных помещений. Однако при этом способе производительность труда низкая, а качество сортировки постепенно ухудшается по мере возрастания утомляемости сортировщиков.

Полумеханизированная товарная обработка продукции позволяет использовать на отдельных операциях простейшие приспособления и механизмы. Для этого применяют транспортеры, переборочные столы, простейшие приспособления для сортировки — калибровочные дощечки, кольца, расширяющиеся щели и т. п. Механические повреждения продукции при этом незначительно повышаются.

Механизированная товарная обработка продукции получает все большее распространение, так как высвобождает часть рабочих за счет повышения производительности труда, что особенно важно в напряженный уборочный период. Однако при данном способе может значительно возрастать количество механически поврежденной продукции.

Убранные картофель, лук, капусту и арбузы к месту сортировки перевозят навалом в транспортных средствах. Огурцы, томаты, перец, корнеплоды, семечковые и косточковые плоды, цитрусовые, виноград и ягоды транспортируют в ящиках или контейнерах.

Сортировку и калибровку картофеля в поле проводят на передвижных пунктах КСП-15Б. На них отделяют примесь земли, камней, растительных остатков; сортируют и разделяют клубни по размеру на фракции. Однако осенью не всегда складываются благоприятные погодные условия. Поэтому возле хранилищ оборудуют стационарные картофелесортировальные пункты (КСП), устанавливая на них по два-четыре КСП-15Б.

Послеуборочную обработку моркови, убранных машинами ЕМ-11 или ММТ-1, проводят на стационарном сортировальном пункте ПСК-6.

Товарную обработку лука-репки проводят на механизированном пункте ПМЛ-6. В нем разделяются гнезда, частично удаляется сухое перо и выдуваются из вороха легкие примеси. Очищенный лук подают в сортировку СЛС-7, где он разделяется на фракции по размеру — крупную (диаметром более 4 см) и мелкую (менее 4 см — выбороч). После этого каждая фракция поступает на переборочные столы ПСЛ-6, где вручную отсортировывают больные и поврежденные луковицы. Стандартную продукцию направляют в хранилища.

Послеуборочную обработку лука-севка проводят на том же пункте ПМЛ-6 по такой же технологии, как и лука-репки, но для этого исполь-

зуют грохотный очиститель с меньшим просветом решет; в вальцевом очистителе уменьшают расстояние между вальцами, а также увеличивают число переборочных столов в конце линии, так как севок разделяют на пять фракций.

Товарную обработку томатов, убранных комбайном СКТ-2, выполняют на стационарном пункте СПТ-15. На нем плоды очищают от примесей и сортируют на фракции по степени зрелости. Товарную продукцию упаковывают в ящики и отправляют на хранение или реализацию. Плоды с дефектами поступают на переработку.

Капусту, убрannую машинами, обрабатывают на стационарном пункте, разработанном НИИОХ⁶. Капусту сгружают в приемный бункер и отсюда ее подают на переборочные столы. Рабочие отделяют розеточные листья и кочерыгу, сортируют кочаны, выбраковывая продукцию нестандартную и сильно поврежденную. Товарные кочаны закладывают на хранение, отправляют на реализацию или квашение. Нестандартная продукция, отходы и листья вывозятся на корм скоту.

Послеуборочную обработку яблок выполняют на стационарных пунктах, оборудованных механизированными линиями ЛТО-3А с сортировочно-калибровочными машинами СКЯ-3А. Яблоки поступают в ящиках или контейнерах. При помощи опорожнителя их высыпают в приемный бункер, а из него они поступают на сортировочный транспортер. Рабочие выбирают из потока дефектные яблоки. Чтобы легче было оценивать движущиеся плоды, транспортер периодически переворачивает их.

Отсортированные нестандартные плоды собирают в ящики или контейнеры и вывозят на переработку. Стандартная продукция по транспортеру поступает на калибровочные машины. Принцип работы их разный: плоды определенного размера отделяют либо при помощи отверстий разного диаметра в полотне транспортера, либо при движении плодов вдоль расширяющихся щелей. Яблоки заданного размера (в соответствии с требованиями действующего стандарта) поступают в накопители. Из накопителей рабочие вручную упаковывают их в ящики. После заполнения ящики закрывают крышками и маркируют. Иногда перед забивкой ящики пропускают через виброустановку для уплотнения укладки плодов. Линия товарной обработки плодов ЛТО-3А предназначена для сортировки и калибровки не только яблок, но и цитрусовых.

⁶ НИИОХ — Научно-исследовательский институт овощного хозяйства. С 2000 г. — Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства (ГНУ ВНИИО).

Современные плодохранилища имеют цеха товарной обработки плодов, оборудованные механизированными линиями. При этом отпадает необходимость в перевозке отсортированной продукции. Из такого цеха ее устанавливают с помощью электропогрузчиков в ящиках или контейнерах в камеры на длительное хранение.

Однако машинная уборка и последующая товарная обработка картофеля, овощей и плодов на механизированных линиях приводят к значительным механическим повреждениям продукции и увеличению потерь при хранении. Поэтому в последние годы начато применение технологии, по которой осенью проводят минимальную обработку плодоовощной продукции после уборки (отделение примесей, остатков почвы) или совсем ее не выполняют, а сразу закладывают на хранение. Сортировку и калибровку продукции в этом случае осуществляют после хранения, перед реализацией.

Хранение картофеля

Клубень картофеля — утолщенный и укороченный стебель, который служит местом отложения запасных питательных веществ и является органом вегетативного размножения. Картофель отличается хорошей лежкостью, что объясняется его способностью вступать после уборки в состояние глубокого покоя, когда почки не прорастают даже при благоприятных условиях. Продолжительность этого периода определяется прежде всего сортовыми особенностями, условиями хранения и качеством клубней.

После окончания глубокого покоя клубни способны образовывать ростки, что приводит к весовым и качественным потерям. На сроки прорастания влияют сортовые особенности, степень зрелости, влажность, освещенность и основной фактор прорастания — температура при хранении.

Низкую лежкость имеют клубни, пораженные болезнями. Поэтому перед уборкой необходимо обследовать посеы и дать им фитосанитарную оценку. Выделяют участки, пораженные болезнями. Их убирают выборочно и больные клубни используют на корм скоту.

Неблагоприятным фактором при хранении картофеля является поверхностная влага. Поэтому картофель, убранный копателем, необходимо просушивать в борозде на протяжении 3...4 ч (1...2 ч при сухой солнечной погоде). Картофель, убранный комбайном, просушивают в хранилище, во временных буртах или на специальной площадке под навесом с помощью активной вентиляции сухим и теплым воздухом (100 м³/ч на 1 т продукции). Для более равномерного просушивания

температуру приточного воздуха поддерживают на 2...5 °С ниже, чем в верхней зоне насыпи (12...15 °С). Продолжительность подсушивания — от нескольких дней до 1...2 нед. в зависимости от погодных условий. Его прекращают, как только земля высохнет в верхнем 30...40-сантиметровом слое.

Эффективным приемом подготовки семенного картофеля к хранению является озеленение клубней. Такие клубни более устойчивы в хранении.

Подготовка картофеля к длительному хранению. Подготовка картофеля к длительному хранению и реализации предусматривает целый ряд операций. Это предварительное хранение клубней перед последующим сортированием; доочистка вороха от примесей почвы, камней и растительных остатков; калибровка клубней на 2...3 фракции; предреализационная и предпосадочная подготовка клубней (переборка, прогревание, протравливание, проращивание и т. д.).

Лучший срок сортирования картофеля, убранного копательем, — весна; при комбайновой уборке — зима, при этом надо предварительно кратковременно прогреть, а затем вновь охладить картофель. Осенью отделяют землю, примеси, клубни массой менее 70 и более 150 г. При хранении семенного картофеля зимой или весной отбирают дефектные клубни и калибруют на три фракции: 30...50; 50...80 и более 80 г.

Процесс хранения картофеля условно делят на четыре периода: лечебный, период охлаждения, основной, а также период подготовки клубней к реализации или посадке.

В *лечебный* период создают условия для созревания клубней и заживления механических повреждений: оптимальную температуру воздуха, высокую относительную влажность воздуха и свободный доступ кислорода.

Для дозревания клубней и зарубцовывания механических повреждений наиболее благоприятна температура 16...18 °С. Однако она может быть рекомендована только для здорового картофеля. Если же в партии имеются клубни, пораженные грибными и бактериальными болезнями, то при такой температуре наблюдается быстрое их развитие и гибель картофеля. В этом случае температуру картофеля снижают до 11...14 °С. Продолжительность лечебного периода при температуре 15...18 °С составляет 10 дней, при 10...15 °С — 14...30 дней; при 5 °С заживления повреждений тканей клубня не происходит. Относительная влажность воздуха в этот период — 90...95 %.

После окончания лечебного периода переходят к *охлаждению* массы картофеля до оптимальной температуры. Для этого его вентилируют

в холодное время суток. Температура подаваемого воздуха должна быть не менее чем на 2 °С ниже температуры в массе картофеля (но не ниже 0,5 °С). При хранении клубней, сильно пораженных фитофторой, температуру снижают интенсивно — на 0,5 °С в сутки, продолжительность — 26...40 сут.

При хранении в одном хранилище нескольких сортов картофеля их группируют по требованиям к температуре. Если нет такой возможности, ориентируются на создание оптимальных условий для наиболее ценного сорта или сорта, преобладающего в хранилище. Можно выбрать среднюю температуру, которая удовлетворяла бы требованиям большинства сортов. Ранний картофель хранят при температуре 1...2 °С; среднеспелые сорта — 2...3 °С; поздние — 3...5 °С. Относительная влажность воздуха — 90...95 %.

При низких температурах хранения в клубнях накапливаются сахара. Если воздействие низких температур непродолжительное, то при повышении температуры большая часть сахаров снова превращается в крахмал. При длительном воздействии низких температур происходит физиологическое расстройство клубней и подавляется образование проростков. Поэтому особенно опасно переохлаждение семенного картофеля ниже 1 °С.

В вызревшем картофеле при оптимальных условиях хранения содержится 15...18 % крахмала и 0,5...1,5 % сахаров. При холодном хранении количество сахаров может повышаться до 5 %, и такой картофель легко чернеет при повреждении. Поэтому перед использованием его нужно выдержать при 10 °С в течение 2 нед. и более. Картофель, предназначенный для приготовления полуфабрикатов (пюре, гранул, хлопьев), хранят при 7...9 °С, для приготовления чипсов — при 4 °С, а за 1...2 нед. до переработки прогревают при 10...15 °С.

Семенной картофель перед посадкой утепляют на свету, чтобы образовались короткие зеленые ростки, не обламывающиеся при посадке. Этот прием обеспечивает раннее появление всходов и увеличивает урожайность картофеля. Утепление картофеля проводят в светлых помещениях при температуре 15...18 °С в течение 2...3 нед.

Во всех зонах страны широко распространено хранение картофеля в буртах и траншеях. В средней зоне картофель хранят в буртах шириной 2...2,5 м, глубина котлована — 0,2...0,4 м, длина — 15...30 м. В южных зонах картофель хорошо хранится в траншеях шириной 1...1,5 м, глубиной 0,4...0,6 м с переслойкой клубней землей. Укрытие буртов и траншей применяют в соответствии с особенностями климатической зоны. Используют активную и естественную вентиляцию. (При этом вытяжные трубы эффективнее, чем гребневые и горизонтальные.)

В процессе хранения регулярно контролируют температуру. В начале сезона температуру измеряют ежедневно, а после установления постоянного режима — один раз в неделю.

В хранилищах с естественной вентиляцией картофель хранят в закромах шириной от 1,5 до 2,5 м. Боковые стенки изготавливают из досок с просветами 2,0...2,5 см. Расстояние между стенками двух соседних закровов — 10...12 см. Задняя стенка должна отступать от стены хранилища на 20...25 см. Передняя стенка разборная. Пол закрома приподнят на 25...30 см над полом хранилища, решетчатый, с просветом между планками 2...3 см. Общая площадь вытяжных труб — 2500...5000 см² на каждые 100...120 т картофеля. Картофель хорошего качества загружают на высоту не более 1,5 м, низкого качества — 0,8...1 м.

Чтобы предупредить случаи отпотевания, насыпь картофеля укрывают сверху соломой, соломенными матами или мешками. Увлажненное укрытие периодически меняют.

В хранилищах с активной вентиляцией картофель размещают навалом (продовольственный) и в закромах (семенной) со сплошными стенками высотой 4...5 м. Увлажненные клубни обсушивают преимущественно днем, когда относительная влажность воздуха низкая. Обсушенный картофель вентилируют в режиме лечебного периода: при высоте насыпи 4...5 м подают 50...200 м³/ч воздуха на 1 т. Если в лечебный период в насыпи картофеля повышается температура, то переходят на режим вентиляции периода охлаждения. Его продолжительность 20...40 сут; удельная подача воздуха — 50...75 м³/ч на 1 т.

В *основной* период хранения поддерживают оптимальную температуру. Если она благоприятна, вентиляцию включают на 2...3 ч 1...2 раза в сутки для смены воздуха в межклубневых пространствах и устранения перепада температур по высоте насыпи картофеля. В начале весны в массе картофеля создают запас холода. Для этого с помощью вентиляции температуру в насыпи картофеля снижают до 1,5...2 °С.

Хранение продовольственного картофеля в хранилищах с активным вентилированием навалым способом позволяет на 25...35 % увеличить полезную вместимость хранилищ и обеспечить механизацию работ. При этом картофель загружают по всей площади пола сплошным слоем высотой 3...5 м. У стен хранилища устанавливают деревянные щиты, чтобы предупредить переохлаждение клубней в зимнее время. Пространство между верхом насыпи и перекрытием должно быть 0,7...1 м. Для измерения температуры и осмотра продукции сверху укладывают трапы из досок.

Картофель можно хранить и в таре (обычно в контейнерах), что позволяет защитить клубни от механических повреждений и механизировать

ровать все погрузочно-разгрузочные работы. Контейнеры загружают в поле во время уборки, перевозят в хранилище и перебирают.

Если контейнеры загружают на буртовых полях, то предварительно картофель 2...3 нед. выдерживают. При загрузке контейнеры недогружают на 5...6 см. В хранилище их устанавливают в штабеля по сортам на площади 6...8 × 6...8 м. Расстояние между краями верхнего контейнера и перекрытием должно быть не менее 0,8...1 м. Между штабелями и стенами оставляют проход 0,5...0,7 м. Вентиляционная система картофелехранилищ должна обеспечивать не менее чем 20-кратный обмен воздуха в час и постоянное его перемешивание.

Предотвращение потерь картофеля при хранении. Основной причиной порчи картофеля при хранении являются болезни (фузариоз, фитофтороз, парша и др.), большинство из которых заносится в хранилище с урожаем. Поэтому прежде всего необходима правильная технология выращивания здорового картофеля. Одной из важнейших проблем является также снижение механических повреждений.

Очень важны и фитосанитарные мероприятия в поле и в хранилище. Подмороженные клубни, а также пораженные удущением, бактериальными и грибными гнилями предварительно выдерживают 10...15 дней во временных буртах, перебирают, а затем отдельно закладывают на хранение при пониженной высоте насыпи.

В партиях, где содержание клубней, пораженных фитофторозом и бактериозом, превышает 2 %, снижают температуру воздуха в лечебный период до 11...13 °С, а затем охлаждают со скоростью 1 °С в сутки. При 5...10 % больных клубней их хранят при температуре 2...3 °С независимо от сорта.

Состояние картофеля во время хранения определяют отбором и клубневым анализом проб, которые проводят 1...3 раза в два месяца.

При гнездовом типе поражения болезнями картофель не перебирают, так как это способствует массовому перезаражению клубней. В этом случае из насыпи выбирают больные и соприкасавшиеся с ними клубни, очаг опыливают сухим мелом и закладывают здоровым картофелем.

Если количество больных клубней по результатам клубневого анализа превышает 5 % и температуру в массе не удается снизить до оптимальной — проводят сплошную переборку.

Хорошие результаты дает хранение картофеля в регулируемой газовой среде. Оптимальным составом газовой среды является: 1 % CO₂; 4...6 % O₂; 93...95 % N₂. Температура хранения — 3...4 °С, относительная влажность воздуха — 85...90 %.

Для преждевременного прорастания картофеля широко используются различные регуляторы роста (гидразид малеиновой кислоты —

ГМК, препараты М-1 и ТБ, нониловый спирт и др.), а также облучение клубней γ -лучами.

Хранение капусты

Кочанная капуста — двулетнее растение. В период покоя в верхушечной почке кочана происходят процессы дифференциации, формируются репродуктивные органы будущего семенного куста. Когда этот процесс заканчивается, происходит удлинение внутренней кочерыги и растрескивание кочанов. Дальнейшее хранение таких кочанов невозможно. Время, в течение которого завершаются процессы дифференциации верхушечной почки, у разных сортов капусты неодинаково, поэтому и лежкость ее в основном зависит от сортовых особенностей.

Прослойки воздуха между листьями капусты затрудняют теплообмен и внутренний газообмен. Кроме того, она характеризуется повышенным выделением тепла в послуборочный период — температура в штабеле капусты в сутки может повышаться на 1 °С. Отличает капусту и высокое влаговыделение — 600...1000 г/т в сутки. Поэтому воздух в хранилище легко насыщается до 100 % влажности, что приводит к отпотеванию кочанов и создает условия для развития гнилей.

Белокочанная капуста относится к холодостойким овощным культурам и способна выдерживать заморозки на корню до $-5...-7$ °С. Однако срубленные кочаны быстро теряют эту устойчивость. Причем твердая ткань кочерыги промерзает быстрее, чем сама кочерыга. Поэтому в первую очередь погибает внутренняя часть кочана, а затем наружная. При оттаивании наружные листья «отходят», а поврежденная верхушечная почка отмирает, образуя так называемый «тумак». Образование «тумака» у разных сортов капусты наблюдается при температуре от -2 °С.

Убирают капусту при достижении хозяйственной спелости кочанов. Они должны быть плотными, твердыми, но не треснувшими. Уборку необходимо завершить до наступления постоянных заморозков $-3...-5$ °С. Ранняя уборка также опасна, так как капуста быстро вянет и легко поражается болезнями. Поэтому капусту ранних сроков уборки хранят в холодильниках.

Режим хранения капусты определяют, исходя из ее хозяйственного назначения. Оптимальная температура хранения продовольственной капусты — $-1...0$ °С. В первый месяц капусту лучше хранить при пониженной влажности воздуха 80...85 %, в последующий период — 90...95 %.

Установлено, что оптимальным составом газовой среды при хранении белокочанной капусты является: 4 % CO_2 , 5 % O_2 и 91 % N_2 .

Маточники капусты в основной период хранят при $0...1\text{ }^{\circ}\text{C}$, а за 15...20 дней до высадки температуру повышают до $3...5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Относительную влажность воздуха поддерживают в таких же пределах, как и при хранении продовольственной капусты.

Продовольственную капусту и маточники хранят в холодильниках, капустаохранилищах с активной вентиляцией, в буртах и траншеях.

В хранилищах с активной вентиляцией используют три метода укладки: 1) кочаны капусты укладывают в высокие штабеля (2,5 м) длиной 4...8 м и емкостью 20...40 т каждый; 2) сплошным штабелем по всей площади помещения высотой 2...2,5 м; 3) хранят в таре.

Первый способ применяют при одновременном хранении нескольких сортов капусты и маточников. Каждый сорт укладывают в отдельный штабель. Плотнокочанные и лежкие сорта укладывают в штабеля шириной 4 м и высотой 2...2,2 м. Для слабележких сортов высоту штабеля уменьшают до 1,5...1,8 м. Ширина главного прохода — 2...2,5 м, расстояние между штабелями — 0,5 м.

Продовольственную капусту лежких сортов хранят в сплошном штабеле при высоте 2,5...3 м, ширине — 6...8 м во всю длину хранилища.

Капуста хорошо хранится в ящиках — клетках и контейнерах, в том числе с полиэтиленовыми вкладышами. Контейнеры устанавливают в штабеля шириной 5...6 шт., а ящики — 8...10 шт. (и высотой в 3...4 контейнера, или 7...8 ящиков) во всю длину помещения.

Во время загрузки капусты проводят вентиляцию хранилища в холодное время суток. Удельная подача воздуха — от 100...180 до 200 м³/ч на 1 т продукции. Скорость охлаждения — $0,05\text{ }^{\circ}\text{C}$ в час. При установлении оптимальной температуры вентиляцию проводят по мере надобности, подавая на 1 т продукции 40...80 м³/ч воздуха с температурой не ниже $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В хранилищах с естественной вентиляцией капусту можно хранить в закромах, в штабелях на полу, в таре. Контейнеры или ящики устанавливают так же, как в хранилищах с активной вентиляцией.

Можно размещать капусту небольшими штабелями на полу или на полках до 2...3 ярусов. Размеры штабелей: ширина до 1 м, высота до 0,8, длина до 3...4 м. На первой полке высота штабеля до 0,5 м, на второй и третьей — 0,3...0,4 м. На полу устраивают настилы с просветами 5 см, приподнятые над полом на 15 см.

В закромах шириной 2...2,5 м капусту укладывают высотой 1...1,2 м на настиле.

Маточники капусты в хранилищах с естественной вентиляцией хранят отдельно, а также в штабелях на полу и полках. Устраивают специальные каркасы, и маточники провешивают рядами между парами жердей.

Капусту хранят и во временных хранилищах, обычно в наземных буртах. Высота штабеля — 0,7 м, наибольшая ширина — 1,5 м.

Краснокочанную и *савойскую* капусту хранят так же, как и белокочанную, при температуре $-3...-1$ °С.

Брюссельская капуста более морозоустойчивая, поэтому ее убирают после первых заморозков, так как легкое подмораживание улучшает ее вкусовые качества. При температуре $0...2$ °С, относительной влажности воздуха 90...95 % и активном вентилировании брюссельская капуста сохраняется 3...4 нед. Срок хранения ее можно продлить до 50...70 дней, если хранить продукт при температуре $-2...-3$ °С. Перед употреблением капусту размораживают в течение 1...2 сут.

Кольраби — стеблевидный скороспелый вид капусты. Она хорошо сохраняется при температуре $0...1$ °С и относительной влажности воздуха 90...95 %. Ее закладывают в небольшие штабеля шириной и высотой 0,8 м с переслойкой песком или в контейнерах. В хранилищах с естественным охлаждением капусту хранят в течение 2...4 мес. насыпью слоем 70...80 см на стеллажах или в закромах. Можно хранить ее в буртах шириной 80 см и высотой 60...70 см.

При хранении *цветной капусты* и *брокколи* важно их быстро охладить. Оптимальная температура хранения $0...1$ °С при влажности 90...95 %. Капуста поздних сборов, до заморозков, может храниться 4...6 нед. — вдвое дольше, чем капуста летних сборов. Хорошие результаты дает упаковка капусты по 500...600 кг в пакеты из пленки толщиной 50...80 мкм. Капусту укладывают с 3...4 кроющими листьями, пакеты оставляют открытыми. Температура хранения — $0...5$ °С; хранить можно в течение 1,5...2 мес. Цветная капуста сохраняется на протяжении до 3 мес. в регулируемой газовой среде при 4...5 % CO_2 и 7...8 % O_2 .

Хранение корнеплодов

Корнеплоды относятся к двулетним растениям, у которых выработалась способность находиться в состоянии покоя при пониженной температуре. Между условиями выращивания и сохраняемостью корнеплодов наблюдается прямая взаимосвязь. Корнеплоды ранних сроков посева хранятся лучше, чем корнеплоды поздних сроков, так как у хорошо вызревших корнеплодов сложные формы сахаров преобладают над простыми, то есть соотношение содержания дисахаров к моносахарам превышает 1. Хорошо хранятся корнеплоды с содержанием сухих веществ 12...14 %, каротина — не менее 15 мг% и с содержанием нитратов — не более 250 мг/кг.

Сроки уборки также влияют на вызревание корнеплодов и их жизнеспособность. Более поздние сроки обеспечивают хорошее вызревание и минимальные потери при хранении. Корнеплоды, выращенные на легких, структурных почвах, обладают повышенной сохранностью.

По сохраняемости корнеплоды условно делят на две основные группы: грубые — отличающиеся механической прочностью покровных тканей, хорошо сохраняющиеся (редька, брюква, свекла, пастернак) и нежные — у которых тонкая кожица и поэтому сохранность их низкая (морковь, сельдерей, петрушка, хрен, репа).

Корнеплоды моркови и свеклы обладают способностью зарубцовывать небольшие механические повреждения после уборки. Образование раневой перидермы и суберина⁷ наиболее быстро происходит при повышенных температурах (20...25 °С) и влажности воздуха (90...95 %). Но при таких температурах корнеплоды начинают прорастать, поэтому после уборки корнеплоды выдерживают в хранилище в течение 8...12 дней при температуре 10...14 °С.

После уборки корнеплодов недопустимо их подвядание и подмораживание — это ведет к развитию патогенных микроорганизмов и снижению сохранности.

Продовольственные корнеплоды хранят при температуре 0...1 °С и относительной влажности 95 %. Разработанный режим хранения корнеплодов (особенно моркови) в РГС позволяет сохранить корнеплоды в течение 8 мес. с минимальными потерями. Газовый состав среды содержит 2 % CO₂, 3 % O₂ и 95 % N₂.

Технология хранения «грубых» корнеплодов в буртах и траншеях приближается к технологии хранения картофеля, за исключением некоторых особенностей. После загрузки корнеплодов в траншею или бурт их сразу же укрывают слоем рыхлой и чистой в санитарном отношении почвы толщиной 10...15 см и только после этого — соломой и землей, как обычно.

Нежные корнеплоды хорошо хранятся в траншеях с переслаиванием влажным песком (14...15 %), расход которого составляет на 1 т корнеплодов 0,5 т. Такая технология предусматривает укладку корнеплодов в траншею и переслаивание каждого слоя продукции слоем песка 2...3 см. Заполненную траншею укрывают слоем земли толщиной 20 см и после наступления заморозков укрывают, как обычно, соломой и землей.

В хранилищах с активной вентиляцией столовую свеклу и брюкву успешно хранят на буртовых площадках для картофеля вместимостью 900 т. Технология хранения такая же, как и картофеля.

⁷ Суберин (от *лат.* *suber* — кора пробкового дерева) — вещество покровной ткани в коре некоторых растений.

В хранилищах с естественной вентиляцией редьку, свеклу, брюкву и репу хранят в закромах. Редьку и репу загружают высотой 0,7...1,0 м, брюкву — 1,5...1,7; свеклу — 1,6...2,0 м. В хранилищах с активным вентилированием высоту насыпи корнеплодов можно устанавливать до 2,5...3,0 м.

Нежные корнеплоды рекомендуется хранить в хранилищах с переслаиванием продукции песком. Для предотвращения развития вредных микроорганизмов в песок добавляют гашеную известь или мел (2 % по массе).

При небольших объемах хранения нежных корнеплодов применяют их глинование. Для этого корнеплоды помещают на 2...3 мин в емкость с глиняной болтушкой, разведенной до сметанообразного состояния, затем выгружают и просушивают.

В настоящее время наиболее эффективным способом хранения нежных корнеплодов является их содержание в типовых контейнерах вместимостью 300 кг с открытым полиэтиленовым вкладышем из пленки толщиной 100...150 мкм. Высокая влажность воздуха (96...98 %) и концентрация CO_2 около 2 % в таких упаковках способствуют продлению срока хранения, неизменности высокого товарного качества корнеплодов и сокращению потерь в 2...3 раза по сравнению с хранением в обычных типовых контейнерах. Полиэтиленовый вкладыш предотвращает перенос спор грибковых болезней из одного контейнера в другой при вентиляции, в результате резко снижается развитие болезней.

В хранилищах с активным вентилированием морковь хранят навальным способом при высоте загрузки до 2,5 м. Загрузку и выгрузку корнеплодов ведут при помощи системы транспортеров СТХ-30 и ТХБ-20. В процессе загрузки корнеплоды опрыскивают 30 %-ной суспензией мела с водой. После этого продукцию подсушивают при помощи активного вентилирования, и каждый корнеплод оказывается покрыт тонким слоем мела. Можно проводить опудривание корнеплодов сухим мелом (3 % от массы корнеплодов). Образующаяся на поверхности корнеплодов щелочная среда препятствует развитию патогенных микроорганизмов. Для предотвращения увядания корнеплодов моркови применяют активное вентилирование корнеплодохранилищ, оборудованное системой искусственного увлажнения воздуха, подаваемого в насыпь продукции.

В весенне-летний период, когда температура в хранилище превысит 5 °С, корнеплоды перегружают в холодильник или применяют снегование.

Корневища хрена хранят в ящиках, выстланных полиэтиленовой пленкой толщиной 60 мкм, при температуре 0 °С и относительной влаж-

ности воздуха 90...95%. Хорошие результаты дает переслаивание корневищ хрена влажным песком.

Сохранность моркови зависит от сортовых особенностей. Хорошо хранятся сорта моркови поздних сроков созревания, имеющие удлиненный корнеплод конической формы: Рогнеда, Шантенэ 2461, Московская зимняя А-515, Несравненная[®].

Для длительного хранения пригодны сорта корнеплодов: столовой свеклы — Бордо 237, Египетская плоская, Несравненная; редьки — Зимняя круглая черная, Грайворонская, Зимняя круглая белая; репы — Петровская 1; брюквы — Красносельская; редиса — Красный великан, Дунганский 12/8; петрушки — Корневая сахарная, Бордовикская; пастернака — Студент; сельдерея — Грибовский.

Маточники корнеплодов хранят при дифференцированном температурном режиме — в течение основного периода хранения поддерживают температуру 0...1 °С, а в последний месяц поднимают ее до 3...4 °С. Такой режим замедляет развитие болезней и обеспечивает хорошую сохраняемость маточников, а повышенная температура в конце хранения ускоряет дифференциацию почек и повышает урожай семян.

Маточники всех корнеплодов, особенно нежных, рекомендуется хранить, переслаивая влажным песком. Для того чтобы не повредить почки на них, нужно осторожно обрезать ботву при уборке, оставляя черешки листьев длиной 1...2 см.

Хранение лука и чеснока

Хранение лука. Репчатый лук — двулетнее растение. Луковица — это видоизмененный стебель. Наибольшую массу в ней составляют собственно стебель (донце) и мясистые чешуи — нижние утолщенные основы листьев. Наружные чешуи — это сухая оболочка, которая предохраняет луковицу от потери влаги, регулирует газообмен, задерживает развитие большинства патогенных микроорганизмов.

При хранении лука используют его способность находиться определенное время в состоянии глубокого физиологического покоя. Наибольшей продолжительностью покоя и, соответственно, лучшей лежкостью обладают острые многозачатковые сорта.

Сохраняемость лука в значительной степени зависит от степени его вызревания. Недозревшие луковицы не успевают сформировать кроющих чешуй, шейка остается толстой и влажной. Лук, предназначенный для длительного хранения, убирают в фазе полегших листьев у 50...80% растений, когда на луковицах уже образовались 1...2 сухие и хорошо окрашенные чешуи.

Обязательное условие хорошей сохраняемости лука — послеуборочная просушка. Лук должен быть с хорошо высушенными чешуями и сухой шейкой длиной 2...5 см.

При распространении шейковой гнили лук окуривают 2 раза в месяц сернистым ангидридом из расчета 3...5 г на 1 м³ помещения.

Разработан способ послеуборочного просушивания и прогревания луковиц для предупреждения развития шейковой гнили — наиболее вредоносного заболевания лука. Вначале его сушат 1...1,5 сут в потоке теплого воздуха (30...40 °С) до влажности внешних чешуй 20...22%, затем прогревают при температуре 45...46 °С в течение 24 ч. Досушивают при 30...40 °С до влажности чешуй 16...18%.

Лук различного хозяйственного назначения (севок, выборки, лук-матка, лук-репка) требует различных способов хранения.

Хранение севка. Перед хранением севок сушат и калибруют. Лук-выборки массой более 10 г используют для выгонки на перо. Остальной севок калибруют на три фракции: мелкий — диаметром 10...15 мм, средний — до 22, крупный — более 22 мм. Мелкий севок хранят в холодном помещении, так как при высокой температуре хранить его нецелесообразно из-за высокой убыли массы или порчи. У лука-севка при температуре от 0 до 15...16 °С образуются зачатки стрелок. Поэтому его хранят при температуре от 1 до -3 °С или при 18...20 °С.

Разработан экономичный холодно-теплый способ хранения. Лук-севок прогревают при температуре 42 °С в течение 8...10 ч для обеззараживания от пероноспороза и хранят при температуре 18...20 °С. С наступлением холодов севок быстро охлаждают до температуры -1...-3 °С. Весной снова переходят на теплый способ: на 2...5 сут температуру повышают до 25...35 °С, а затем поддерживают на уровне 10...20 °С до посадки. В этих условиях растения не стрелкуются и дают максимальный урожай лука-репки.

Хранят лук-севок на реечных стеллажах и в ящиках. В хранилищах с активной вентиляцией его засыпают в закрома слоем 1,5...2,8 м.

Хранение лука-репки. Продовольственный лук-репку острых сортов хранят при отрицательной температуре (от -3 до -1 °С) и относительной влажности 60...70%; полуострых и сладких сортов — при -1...1 °С и влажности 70...80%. Хранят лук-репку в контейнерах емкостью 180...200 кг. Штабеля формируют высотой в 4...5 ярусов и шириной 2...3 контейнера. Хорошо хранится лук и в ящичной таре емкостью 20...25 кг. Перед реализацией лук необходимо отеплить, чтобы предотвратить отпотевание.

Для вентилирования лука-репки используют сухой подогретый воздух, температуру которого устанавливают в зависимости от относитель-

ной влажности воздуха (ОВВ). При ОВВ 80...85 % разница температур наружного воздуха и воздуха в массе продукции должна составлять 2 °С, при 85...90 % — 3 °С, при 90...95 % — 4 °С, более 95 % — 5 °С. При температуре 1 °С лук вентилируют наружным воздухом, при –1...–5 °С — смешанным, ниже –5 °С — рециркуляционным воздухом.

Хранение выборка. Лук-выборок для выращивания на перо хранят с активным вентилированием слоем 2 м, подавая на 1 т продукта 100...120 м³/ч воздуха при температуре 18...22 °С. Относительная влажность воздуха — 70...80 %. Чтобы повысить урожай пера, за месяц до высадки лук прогревают при температуре 30 °С, увеличивая интенсивность вентилирования до 180...200 м³/ч.

Хранение лука-матки. Оптимальная температура хранения лука-матки — 2...5 °С. При температуре ниже 0 °С и выше 18 °С задерживается образование цветочных стрелок.

В хранилищах с естественной вентиляцией лук-матку хранят слоем до 1,5 м при температуре 4...6 °С и относительной влажности 60...80 %. В хранилищах с активной вентиляцией лук хранят слоем 1,5...3 м при температуре 8...12 °С, для чего воздух подогревают.

Для ускорения развития семенников и увеличения урожая семян лук-матку перед посадкой прогревают. Для этого в течение 8...10 дней до высадки в поле температуру в слое лука повышают до 18...25 °С с помощью активной вентиляции.

Хранение чеснока. Требования к условиям хранения чеснока такие же, как и лука. Но хранится чеснок хуже, он склонен к самосогреванию и легко подвергается порче.

Выращивают два подвида чеснока — стрелкующийся и нестрелкующийся. Первый хранится лучше. Яровой чеснок хранится лучше, чем озимый: последний имеет короткий период покоя. При температуре выше 0 °С и повышенной влажности воздуха озимый чеснок через 2...3 мес. прорастает и теряет товарный вид.

Продовольственный чеснок хранят при температуре от –1 до –3 °С и относительной влажности воздуха 70...85 %, семенной — около 0 °С. Семенной чеснок допускается хранить при температуре 16...20 °С и низкой относительной влажности воздуха (50...70 %). Однако при положительной температуре чеснок легко усыхает, израстает и сильно поражается болезнями. Хранят чеснок в ящиках небольшой емкости (до 25 кг).

Хранение плодовых овощей

Томаты. Различают четыре степени зрелости томатов, пригодных для хранения: красные и розовые; бурые; молочные; сформировав-



шиеся зеленые. Плоды собирают до заморозков, в сухую погоду, когда спадет роса. Отрицательно влияет на сохраняемость томатов осеннее похолодание, когда температура воздуха колеблется от 0 до 10 °С. Это ведет к массовому развитию фитофторы и других болезней. Молочные и зеленые помидоры, которые подверглись воздействию температуры ниже 4...5 °С, теряют способность к дозреванию.

Плоды необходимо срывать без плодоножки и укладывать в деревянную тару с покрытием из бумаги или полиэтиленовой пленки, чтобы не повредить восковой налет. Сразу после уборки их сортируют по степени зрелости и размеру. Следует помнить, что мелкие и средних размеров плоды хранятся дольше, чем крупные. Томаты укладывают в 1...2 слоя в ящики-лотки емкостью до 8 кг и перевозят к месту хранения. При этом ящики рекомендуется укрыть пленкой.

В зависимости от степени зрелости плоды хранят при разных температурах (красные и розовые — при 0...2 °С; бурые — 4...6 °С; молочные — 8...10 °С; зеленые — 12...14 °С) и относительной влажности воздуха 85...90 %. При созревании томаты усиленно потребляют кислород, поэтому хранилища необходимо периодически проветривать.

Замедлить созревание томатов можно при хранении в РГС. Зеленые помидоры лучше хранить при температуре 11...13 °С при содержании в атмосфере 5 % CO₂ и 5 % O₂. Через 2 мес. содержание CO₂ снижают до 1 %, затем плоды переносят в обычную атмосферу. При температуре 10...20 °С плоды дозревают в течение 10 дней. Плоды молочной спелости хорошо дозревают в течение 1...1,5 мес. при температуре 8...10 °С и содержании 1...3 % CO₂ и 8...10 % O₂.

Ящики с томатами ставят в штабеля шириной в два ящика. Между штабелями оставляют проходы 60...70 см, чтобы следить за состоянием плодов. Сверху накрывают полиэтиленовой пленкой толщиной 40...60 мкм. Плоды осматривают через 7...10 дней. Зрелые томаты выбирают для реализации, больные удаляют.

При необходимости ускорения созревания томатов повышают температуру хранения. При 18...20 °С плоды в молочной спелости созревают за 15...17 дней, в бурой — за 10, в розовой — за 6 дней. При температуре 28...30 °С плоды созревают быстрее, но неравномерно размягчаются.

Лучше всего дозривать томаты с помощью газа этилена. Обработку этиленом осуществляют в специальных камерах при концентрации этилена 1:1000...5000 при 20...22 °С и относительной влажности воздуха 85 %.

Баклажаны. Баклажаны выращивают ради плодов, покрытых блестящей кожицей фиолетовой окраски с сизым налетом. Под кожицей

плодов находятся мякоть, семенные камеры и семена. При полной зрелости или перезревании кожица и семена становятся грубыми, окраска серовато-зеленой или буроватой, вкус горьковатый. В зависимости от времени созревания баклажаны бывают скороспелые, среднеспелые и позднеспелые (соответственно от всходов до технической зрелости 120, 120...140 и более 140 дней). Форма плода может быть шаровидная, грушевидная, овальная, сплюснутая, цилиндрическая и змеевидная.

Баклажаны возделывают в южных и центральных районах страны при орошении, так как эта культура требовательна к теплу и влаге. Баклажаны ценятся за высокие вкусовые качества. Баклажаны содержат (в %): сухих веществ — 8...10; сахаров — 3...4 (большая часть представлена глюкозой); белков — 0,3...1,5; пектина — 0,5...0,7; жира — 0,1...0,4; кислот — 0,1...0,2; клетчатки — 1,0...1,2; минеральных солей (представленных фосфором, железом, кальцием, медью, цинком, марганцем, кобальтом и др.) — 0,4...0,7. Плоды содержат витамины: С — до 19 мг; А, В₁, В₂, РР — 0,6 мг на 100 г сырой массы. В пищу используют в свежем и переработанном виде.

Горький вкус баклажанам придает соланин, содержание которого колеблется от 12,7 до 130,8 мг на 100 г сырой массы и зависит от степени зрелости, сорта, условий выращивания, погодных условий. Между содержанием соланина и цветом мякоти имеется устойчивая зависимость. Если мякоть плода при разрезании не буреет, значит соланин отсутствует; чем больше соланина, тем мякоть темнее и может достигать темно-коричневой окраски.

Сбор баклажанов проводят в стадии технической зрелости, когда плоды достигают оптимального размера, но еще не дозрели. Сбор баклажанов проводят через каждые 6...7 дней и заканчивают с наступлением заморозков. Обязательным условием высокого качества плодов является уборка их с плодоножкой длиной 5...6 см, так как баклажаны без плодоножек обладают пониженной сохранностью и быстро загнивают. Плоды срезают ножом; недопустимо обламывание плодоножек, что приводит к повреждениям растений. Собранный урожай укладывают в ящики плотными рядами вровень с краями тары. При повышенной температуре баклажаны быстро вянут и теряют товарный вид, поэтому после уборки плоды необходимо как можно быстрее охладить. Перевозят баклажаны в ящиках вместимостью 30 кг или контейнерах (400 кг). На большие расстояния продукцию транспортируют в вагонах-холодильниках или авторефрижераторах.

Баклажаны относятся к скоропортящейся продукции, и поэтому в хранилищах без охлаждения они могут храниться без существенного изменения качества не более 2 сут.

Оптимальный режим хранения в специализированных хранилищах создается в условиях естественной вентиляции при температуре 5...7 °С и относительной влажности воздуха 93...95 %. Активная вентиляция приводит к повышенному расходу сухих веществ, и ее можно применять только при хранении баклажанов в крупной таре или плотно уложенными в ящики. В таких условиях баклажаны сохраняются в течение 20...25 сут.

В настоящее время применяется технология хранения баклажанов в закрытых полиэтиленовых пакетах с перфорацией диаметром 0,3...0,5 см при температуре 1...2 °С и относительной влажности воздуха 85...90 %. Срок хранения достигает 30 дней при выходе стандартной продукции 98 %.

Во время хранения баклажаны поражаются следующими болезнями: антракнозом, черной пятнистостью и серой гнилью. Тщательный контроль при приемке и соблюдение оптимальных условий хранения баклажанов предупреждают распространение болезней.

В соответствии с требованиями стандартов после хранения баклажаны должны быть здоровыми, чистыми, свежими, без механических повреждений, с типичной для сорта формой, нежной кожицей, упругой мякотью без пустот и с семенными гнездами, содержащими недозревшие семена. Допускается наличие плодов с кожистыми семенами (5%), с легким увяданием кожицы, со свежими царапинами и следами от нажимов (в сумме не более 15 см).

Хранение перца. В зависимости от спелости режим хранения перца различен. Зрелые плоды хранят в холодильнике при температуре 0...1 °С (в течение 2 мес.), в технической спелости — 9...11 °С. Более низкая температура (0...7 °С) приводит к переохлаждению плодов и они теряют способность дозревать, а через две недели хранения в таких условиях наблюдается физиологическое расстройство, проявляющееся в виде продолговатых вдавленных темно-зеленых пятен на поверхности плодов. Вслед за этим начинается массовое развитие грибковых болезней и резко возрастают потери. Более высокая температура (12...15 °С) приводит к увяданию перца и поражению болезнями.

Относительную влажность воздуха поддерживают на уровне 90...95 %. При более низкой влажности плоды увядают, а при более высокой — интенсивно поражаются болезнями.

На хранение перец закладывают в небольших ящиках емкостью 10...15 кг или лотках, которые устанавливают штабелем. Плоды целесообразно переслаивать бумагой или опилками.

Упаковка перца в пакеты из полиэтиленовой пленки толщиной 100 мкм размером 100 × 50 см и емкостью 10...12 кг позволяет сохра-

нить его при температуре 9...11 °С в течение 1,5 мес. В таких пакетах накапливается 3...4 % CO₂ и снижается содержание O₂, что замедляет процессы обмена в перце. Повышенная относительная влажность воздуха в пакетах (98...100 %) способствует уменьшению убыли массы, однако увеличивает количество больных плодов по сравнению с хранением в ящиках.

Хранение огурцов. Огурцы — слабозеленый продукт. Наименьшие изменения качества огурцов, выращенных в южных зонах нашей страны, наблюдаются при температуре 9...11 °С, а в средней полосе — 6...8 °С. При более высокой температуре срок хранения ограничивается, развиваются болезни, а плоды желтеют. Лучше сохраняются тургор и зеленая окраска огурцов при 100 %-ной влажности воздуха. Однако при такой влажности велика микробиологическая активность. Поэтому более приемлема ОВВ 85...95 %.

В условиях нерегулируемой относительной влажности воздуха сроки хранения огурцов не превышают: при температуре 0 °С — 2 сут, при 4...6 — 3 сут, при 8...10 — 1 сут, при 20 °С — 8 ч.

Применение пленки значительно улучшает сохраняемость огурцов, так как снижается испарение из плодов воды. Огурцы укладывают в ящики емкостью 10...15 кг или лотки, выстланные полиэтиленовой пленкой толщиной 30...40 мкм. Зеленцы хорошо хранятся в открытых полиэтиленовых пакетах из пленки толщиной 30...40 мкм емкостью 2 кг, установленных в ящики.

Грунтовые и длинноплодные огурцы партенокарпических сортов можно хранить до месяца при температуре 10...15 °С, если упаковывать их в термоусадочную пленку толщиной 20...25 мкм. Каждый плод упаковывают в пленку, оставляя края ее открытыми. Затем огурцы пропускают по конвейеру через камеру с температурой около 200 °С. Пленка нагревается и плотно облегает плоды.

Часть урожая тепличных огурцов можно закладывать на хранение с конца сентября до конца октября. Температурные режимы: 8...10 °С при использовании открытых ящиков; 12...14 °С — при укладке огурцов в полиэтиленовую упаковку и в РГС. Сроки хранения: 5...10 дней — в ящиках; 10...15 — при использовании вкладышей из пленки толщиной 30...40 мкм; 15...20 — в пакетах; 30...35 дней — в РГС (5...6 % CO₂ и 3...5 % O₂).

Хранение бахчевых культур. К бахчевым культурам относят дыни, арбузы и тыкву.

Хранение *арбузов* проходит при температуре 6...8 °С и относительной влажности воздуха 80...85 %. В таких условиях они хранятся до 3 мес. При более низкой температуре (2...4 °С) может наблюдаться потемнение и осклизнение мякоти, при более высокой (10...14 °С) происходит

интенсивная потеря питательных веществ, убыль массы, сильное поражение плодов гнилью и антракнозом. Повышение относительной влажности воздуха до 90...95 % приводит к образованию пятен; мякоть приобретает повышенную кислотность и горьковатый привкус.

Для хранения отбирают плоды в первой стадии зрелости, когда мякоть розовая, а семена приобретают цвет, свойственный сорту. В процессе хранения мякоть краснеет, и в ней накапливаются сахара. Недозревшие арбузы при хранении не дозревают, а вызревшие вообще непригодны для него, так как у плодов происходит размягчение мякоти.

Хранят арбузы позднеспелых сортов с толстой, плотной корой и грубоструктурной мякотью, так как они меньше поражаются болезнями и долго сохраняют нормальную структуру. При уборке у них оставляют плодоножку длиной около 5 см. К месту хранения их перевозят на мягкой подстилке из соломы или в контейнерах с переслаиванием соломой. Арбузы размещают в один слой на стеллажах, выстланных соломой, хвоей или сухим торфом. Стеллажи шириной 1,5 м устраивают в четыре-пять ярусов с расстоянием между ними не более 50 см. В процессе хранения плоды периодически поворачивают, чтобы не было пролежней. В контейнеры, установленные в 3...4 яруса в штабелях, арбузы укладывают в четыре слоя с переслаиванием соломой или стружкой. Для защиты от болезней арбузы рекомендуется обрабатывать перед закладкой на хранение 25 %-ным известковым молоком или известью-пушонкой.

Хранение *дынь* должно обеспечивать медленное их созревание, которое дает возможность сохранять эти плоды до февраля-марта; вызревшие долго храниться не могут.

Зрелость дынь устанавливают по сетке трещин — по мере созревания она становится явно выраженной. Лучше хранятся те сорта, у которых средневыраженная сетка, покрывающая половину плода. Дыни с полной сеткой быстро вызревают и хранятся не более 2 мес.; с начальной сеткой не дозревают и имеют низкие вкусовые качества. Некоторые сорта сетки не имеют, и у них показателем зрелости служит пожелтение кожицы.

Перед закладкой дыни сортируют по степени зрелости и размеру. Хранят однородными по степени зрелости партиями, в которых они одновременно дозревают. Плоды должны быть без повреждений и ушибов, с плодоножкой длиной 3...5 см.

Дыни зимних сортов убирают незрелыми. После отделения от плетей их оставляют в поле на 10...12 дней, повернув к солнцу той стороной, которая соприкасалась с землей, а затем на соломенной подстилке перевозят к месту хранения.

В хранилищах дыни укладывают на стеллажах (как арбузы) или подвешивают в сетках (по одному плоду в каждой) на горизонтально укрепленные жерди, расположенные на расстоянии 80...90 см одна от другой.

Дыни воспринимают посторонние запахи и могут приобрести неприятный привкус, если их хранить вместе с овощами или картофелем. Плохо лежат они и в одном помещении с яблоками, так как те выделяют этилен, ускоряющий дозревание дынь.

При закладке на хранение для исключения различных заболеваний дыни опыливают известью или мелом. Оптимальная температура хранения дынь — 1...3 °С, относительная влажность — 70...80 %.

Хранение *тыквы* в первые 10 дней после уборки должно проходить при температуре 25...27 °С и относительной влажности воздуха около 80 %, в дальнейшем — соответственно при 5...10 °С и 70 %.

Плоды обладают высокой механической прочностью и имеют толстые покровные ткани. Для хранения их убирают в стадии полной зрелости, оставляя плодоножку длиной 3...5 см. При механических повреждениях покровные ткани у тыквы зарубцовываются, образуя опробковевшую ткань, защищающую плод от проникновения возбудителей болезней.

Хранят тыкву на стеллажах, располагая в один слой плодоножкой вверх. Лучше хранятся плоды тех сортов, которые отличаются повышенным содержанием крахмала и пектиновых веществ.

Хранение зеленых овощей

Зеленые овощи — листовой и кочанный салат, шпинат, лук-перо, листья петрушки, сельдерея, зелень укропа — нележкоспособные объекты хранения. Листья имеют большую поверхность испарения, поэтому при повышенных температурах быстро увядают, отличаются незначительным накоплением питательных веществ, имеют низкую механическую прочность и поэтому легко повреждаются при уборке и транспортировке. Повышенная температура и низкая влажность воздуха отрицательно сказываются на сроках хранения и качестве зелени. Через 2...3 ч после уборки она вянет, теряет товарный вид и вкус. При хранении зеленых овощей надо особенно тщательно соблюдать режим хранения. Сразу после уборки их предварительно охлаждают. Быстрое охлаждение до температуры хранения способствует замедлению жизненных процессов, задерживает развитие микроорганизмов, уменьшает потери влаги и сохраняет качество продукции.

Оптимальная температура для хранения большинства видов зелени — 0...1 °С, относительная влажность — 90...98 %. Такие условия

следует поддерживать на всем пути от поля до потребителя. Допустимый срок между сбором и охлаждением — 4...6 ч. При перевозке зелени на дальние расстояния зелень упаковывают в ящики и переслаивают искусственным снегом или льдом.

Увеличить продолжительность хранения зелени позволяет применение полиэтиленовой пленки. Ее применяют в виде вкладышей в ящики и контейнеры, накидок, мешков и пакетов. В полиэтиленовые пакеты продукцию расфасовывают по 150...200 г и герметизируют. Зелень можно предварительно нарезать на кусочки до 4 см.

Контрольные вопросы

1. Для каких целей применяется товарная обработка плодов и овощей?
2. Какие операции выполняют при товарной обработке различных видов плодов и овощей?
3. Виды сортировки плодоовощной продукции. Их преимущества и недостатки.
4. Способы товарной обработки плодов и овощей в зависимости от степени механизации.
5. Режимы и способы хранения картофеля различного целевого назначения.
6. В чем заключаются особенности капусты как объекта хранения?
7. Какой режим применяют для хранения капусты различных видов?
8. Особенности хранения лука различного целевого назначения.
9. Режимы хранения корнеплодов продовольственного и семенного назначения.
10. Какие меры применяют для предотвращения развития болезней при хранении лука и чеснока?
11. Влияние степени зрелости томатов на температурный режим при хранении.
12. Перспективные способы хранения перца, огурцов и других плодовых овощей.
13. Технология хранения плодов бахчевых культур.
14. В чем заключаются особенности хранения зеленных культур?

Глава 25.

ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ КОРНЕПЛОДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ



Химический состав корнеплодов сахарной свеклы

Корнеплоды сахарной свеклы — основное сырье в нашей стране для производства сахара. Их химический состав очень сложен и зависит от агротехники возделывания, зоны выращивания, от погодных условий, которые сложились в период вегетации растений. В среднем корнеплоды сахарной свеклы содержат (в %): 75 воды и 25 сухих веществ, в том числе сахарозы 17,5, несахаров 7,5.

Главной составной частью сухих веществ корнеплодов является сахароза $C_{12}H_{22}O_{11}$. Это вещество и является продуктом сахарного производства. Как видно из формулы, сахароза представляет собой сложный сахар (дисахарид) — соединение глюкозы с фруктозой. Содержание сахарозы в свежесобраных корнеплодах находится в пределах 14...20 % и также зависит от многих факторов (сорт, агротехника, погодные условия). Обычно сахарозы в более мелких корнеплодах содержится больше, чем в крупных. Однако при правильной агротехнике возделывания и в крупных корнеплодах ее снижения не наблюдается. Но если посевы сильно изрежены или внесено много азотных удобрений, то количество сахарозы в корнеплодах может снижаться до 8...10 %.

Распределение сахара внутри корнеплода также неравномерно. Наибольшее его количество содержится в средней части корнеплода. Далее содержание сахара понижается по направлению к головке и к хвосту корнеплода. Одновременно с уменьшением содержания сахара в головке свеклы всегда наблюдается увеличение количества несахаров.

В период хранения содержание сахарозы в корнеплодах может значительно снижаться, и в связи с этим при переработке на заводах уменьшается и выход сахара.

Как уже отмечено, из 25 % сухих веществ 17,5 % приходится на сахарозу. Из оставшихся 7,5 % 5 % приходится на мякоть и 2,5 % — на растворимые вещества (это азотистые органические, безазотистые органические и минеральные вещества).

В 100 кг свеклы содержится около 5,0 кг мякоти, которая представляет собой клеточные стенки свеклы. Мякоть состоит из клетчат-

ки (1/4 ее массы), полуклетчатки, или гемицеллюлозы (1/4 ее массы), и пектиновых веществ (1/2 ее массы). Кроме того, в мякоти содержатся в небольшом количестве нерастворимые белки, сапонин и зола.

Общая химическая характеристика главных составных частей мякоти такова:

- клетчатка — наиболее устойчивая часть мякоти (она не растворяется при нагревании ни в воде, ни в разбавленных 1 %-ных кислотах или щелочах);
- гемицеллюлоза — менее стойкая (горячая вода на нее не действует, но при нагревании в 1 %-ном растворе кислот она переходит в раствор);
- пектиновые вещества — наименее стойки (нерастворимы лишь в холодной воде).

Состав растворимых несугаров свеклы следующий: азотистые органические вещества (1,1 %); безазотистые органические вещества (0,9 %); минеральные вещества (0,5 %).

Среди азотистых органических веществ основное место занимают белки (0,7 %). Во время свеклосахарного производства 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 часть азотистых веществ (аминокислоты и органические основания, главным образом бетаин) считается вредной. В процессе производства сок от них освободить нельзя, поэтому они проходят вместе с сахаром до последних фаз технологического процесса, попадают в патоку и увеличивают потери сахара. Общее количество вредных (неудаляемых) азотистых соединений составляет в корнеплодах 0,4 %.

Содержание вредного азота в соке может значительно измениться в зависимости от условий вегетации и хранения свеклы. В поврежденных и пораженных микроорганизмами корнеплодах свеклы содержание его резко повышается.

Значительные изменения в составе азотистых веществ наблюдаются в замороженных, а затем оттаявших корнеплодах. В этом случае количество белкового азота уменьшается на 40...50 % от первоначального и соответственно увеличивается содержание вредного азота. Более интенсивное накопление вредного азота наблюдается в период весеннего хранения.

К корнеплодам сахарной свеклы как сырью для сахарной промышленности предъявляются определенные требования. Эти требования качественных показателей при приемке сахарной свеклы определены

стандартом ГОСТ 17421–82 «Свекла сахарная для промышленной переработки. Требования при заготовках. ТУ»:

- по своему физическому состоянию корнеплоды должны быть в тургорном состоянии;
- наличие цветущих корнеплодов допускается не более 3 %;
- содержание корнеплодов с сильными механическими повреждениями допускается не более 12 %;
- загрязненность зеленой массой допускается не более 3 %;
- наличие мумифицированных, подмороженных и загнивших корнеплодов не допускается.

Базисная сахаристость устанавливается отдельно для каждой зоны свеклосеяния.

Сахарную свеклу принимают партиями. Партией считают любое количество свеклы, находящейся в одной транспортной единице (автомашине или прицепе) и оформленной одним транспортным документом.

Каждую партию сахарной свеклы заготовитель подвергает проверке на соответствие требованиям, указанным выше. Для этого пробоотборником механизированной линии по диагонали или по средней линии отбираются пробы: от первой партии, выделенной для отбора, — у переднего борта, от второй — в середине и от третьей — у заднего борта. Проба должна быть массой не менее 12 кг.

Для определения общей загрязненности и сахаристости свеклы объединенную пробу отбирают от одной партии из каждых десяти, поступивших от хозяйства; в период малой интенсивности приемки свеклы и на свеклоприемных пунктах с объемом заготовки менее 20 тыс. т — из каждых пяти партий.

Общая загрязненность $Z, \%$, вычисляется по формуле

$$Z = (m_1 - m_2) \cdot 100 / m_1,$$

где m_1 — масса пробы до очистки или отмывки корнеплодов, г; m_2 — масса пробы после очистки и отмывки корнеплодов, г.

Определение сахаристости проводят на механизированных и автоматизированных линиях в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

Наряду с техническими показателями, качество корнеплодов оценивают по таким важным признакам, как содержание сахара и масса сухих веществ. Общее количество сухих веществ (СВ) в соке определяют с помощью рефрактометра, а сахарозы (Сх) — поляриметрическим методом и по разности находят количество несхаров (Нс): $СВ = Сх + Нс$, или $Нс = СВ - Сх$.

Качество клеточного сока свеклы характеризуют показателем его доброкачественности (Дб). Под доброкачественностью сока понимают содержание в нем сахарозы, отнесенное к массе сухих веществ в нем и определяемое по формуле $Дб = Сх \cdot 100/СВ$.

Например, доброкачественность сока 80 означает, что в 100 частях сухого вещества такого сока содержится 80 частей сахарозы и 20 частей несахаров. Чем больше несахаров в соке, тем ниже его доброкачественность. Показатель доброкачественности сока в зависимости от условий произрастания и хранения сахарной свеклы обычно колеблется от 80 до 90.

Технология хранения корнеплодов сахарной свеклы

Забота о хранении свеклы должна начинаться уже при ее уборке. Порядок и план уборки намечается в зависимости от зрелости свеклы на отдельных полях: более зрелую свеклу убирают раньше. При уборке прилагают все усилия, чтобы не допустить потери свеклой влаги и ее увядания. Поэтому если нет возможности немедленно вывезти убранный свеклу, то необходимо укрыть ее матами или ботвой, не оставляя на открытом воздухе на солнце. Потеря, например, 5...10% влаги кажется как будто не имеющей значения (ведь в свекле содержится около 75% воды), но на самом деле это чрезвычайно вредно. Влагу теряет главным образом лишь поверхностный слой клеток, и при общей потере, например, 5% массы свеклы ее наружный слой теряет до 50%, что приводит к ослаблению иммунитета и даже к отмиранию поверхностных клеток, на которых в дальнейшем интенсивно развиваются плесневые грибы.

Свеклу после уборки вывозят непосредственно на сахарный завод или на свеклозаготовительный пункт, размещенный при станции железной дороги. Здесь свеклу тщательно осматривают и определяют, пригодна ли она для длительного хранения или лишь для кратковременного хранения, либо она должна быть немедленно направлена в переработку (дефектная). Принимаемую свеклу взвешивают на автомобильных весах и направляют в соответствии с ее качеством в кагат для укладки.

Согласно современной технологии хранения и переработки сахарной свеклы можно выделить несколько основных ее элементов.

1. *Формирование сырьевой зоны свеклосеяния в оптимальных размерах.* Зона свеклосеяния сахарного завода формируется таким образом, что большая часть заготавливаемой свеклы поступает с полей на свеклоприемные пункты данного завода. Заготовка осуществляется ежегодно по плановым показателям. На основании этих планов сахарные

заводы заключают договоры контрактации с каждым свеклосеющим хозяйством на поставку определенного количества корнеплодов, а заводы обеспечивают их качественным семенным материалом, жомом, мелассой, сахаром и т. д. Работники сахарных заводов оказывают консультативно-техническую помощь хозяйствам, следят за ходом роста свеклы по пробным участкам, составляют прогнозы ожидаемого урожая и качества сырья. На основании этих данных руководители хозяйств совместно с представителями районных сельскохозяйственных и транспортных организаций составляют графики уборки и вывозки сахарной свеклы. Этими графиками предусматривается недопущение быстрых темпов копки в первой половине сентября и накопление на заводах в это время запасов свеклы не более чем на трое суток производства.

2. *Строгое распределение свеклы по кагатам разных категорий в зависимости от ее качества.* Кагатами называют длинные кучи трапецидального сечения, в которые укладывают свеклу для хранения. Распределение свеклы по категориям хранения осуществляется по следующим показателям:

I категория — спелая, здоровая, неподмороженная, убранная после 25 сентября, содержащая не более 1 % зеленой массы и не более 1 % цветущих корнеплодов, с отсутствием подвяленных и сильно механически поврежденных корнеплодов, пригодна для длительного срока хранения;

II категория — здоровая, неподмороженная свекла, убранная после 25 сентября, с содержанием зеленой массы не более 3 %, не более 12 % сильно поврежденных корнеплодов, не более 5 % подвяленных, пригодна для хранения не более 60 сут;

III категория — свекла, убранная до 25 сентября или поздних сроков уборки, не соответствующая требованиям ГОСТа, отнесена к некондиционной и подлежит первоочередной переработке.

После осмотра поступившей партии свеклы браковщиком, отбора проб на анализ, определения категории и взвешивания вместе с транспортом приемщик оформляет документы и направляет свеклу в кагаты с различными сроками хранения или на переработку в бурачную. Транспорт после разгрузки взвешивают еще раз. По разнице весов определяют массу принятой свеклы, вычитают загрязненность и получают массу чистой свеклы, подлежащей к оплате.

Ежегодно в сезон уборки в течение 40...45 сут на свеклоприемные пункты поступает примерно 35 млн т сахарной свеклы. Значительную часть (2/3) этой свеклы укладывают в кагаты на хранение.

Свекла, поступившая с полей автотранспортом, разгружается и укладывается в кагаты свеклокладчиками типа «Комплекс».

3. *Доочистка от примесей перед укладкой в кагаты.* В ворохе поступившей с полей свеклы, кроме земли, содержится много травянистых примесей, ботвы и свекловичного боя. Свеклоукладочные машины с установленными на них серийными очистителями отделяют до 15% исходных примесей, остальные примеси поступают в кагат и забивают межкорнеплодное пространство, препятствуя свободному прохождению воздуха. Дополнительная очистка поступающей с полей свеклы от примесей производится с целью повышения воздухопроницаемости слоя свеклы и улучшения контакта растворов химических препаратов с корнеплодами. Первая ступень очистки заключается в максимальной очистке свеклы активизированными грохотами от примесей и свекловичного боя. Очищенную таким образом свеклу укладывают на хранение в кагаты, при этом условия хранения свеклы значительно улучшаются.

Вторая ступень очистки заключается в сортировке отходов очистки на специальных установках с целью извлечения из них свекломассы, которую необходимо в тот же день направлять на переработку. Сортировку отходов свеклоукладочных машин следует производить на отделителе свекловичных отходов. В настоящее время разработано оборудование, которое позволяет удалить до 90% свободной земли, до 84% свободной и 43% связанной ботвы.

4. *Хранение свеклы в кагатах оптимальных размеров.* При укладке свеклы на длительное хранение на грунтовых площадках кагаты формируют с шириной основания 25...30 м и высотой 6...8 м, для хранения на средние сроки — с шириной основания 12...16 м и высотой — 3...4 м. Расстояние между длинными сторонами кагатов 10 м, между торцевыми сторонами — 6 м. Угол наклона боковых сторон 40°, длина кагатов 80...120 м. Объемная расчетная масса свежесобранной свеклы 0,65 т/м³.

Перед укладкой свеклы подкагатные земляные площадки выравнивают, трамбуют, поливают водой (при сухой погоде) и обрабатывают известью-пушонкой (0,2 кг/м²) или поливают известковым молоком (5...6 л/м²).

На вновь строящихся сахарных заводах возводятся механизированные склады и сплавные площадки. По сравнению с кагатными полями мехсклады занимают площадь в 3 раза меньше, в них выше производительность труда, они позволяют на 20...30% снизить потери.

5. *Активное вентилирование свеклы увлажненным воздухом.* Активное вентилирование кагатов важно для регулирования температуры и влажности, так как в больших кагатах затруднена циркуляция воздуха. Активное вентилирование целесообразно проводить, когда температура наружного воздуха ниже температуры в кагатах не менее чем

на 1 °С. При меньшей разности в температурах положительного эффекта от этого приема получить нельзя. Применение активной вентиляции кагатов позволяет уменьшить общие потери массы свеклы в 2,5 раза, потери сахара — в 2 раза по сравнению с неветилируемыми кагатами.

Для активного вентилирования на кагатном поле укладывают воздуховоды, углубляя их в землю или размещая по ее поверхности. При поперечной схеме вентилирования воздуховоды размещают один от другого на расстоянии 1,4...1,6 высоты кагата. Расход воздуха должен составлять 40...50 м³/ч на 1 т корнеплодов. Активное вентилирование проводят главным образом в теплый осенний период, преимущественно ночью. При температуре наружного воздуха ниже 0 °С вентилирование прекращают, так как это вызовет подмерзание свеклы на входе воздуха в кагат.

Для предупреждения подвяливания корнеплодов сахарной свеклы при активном вентилировании рекомендуется увлажнять воздух, подаваемый вентиляторами в кагаты. Этим достигается более интенсивное снижение температуры в кагатах и поддержание оптимальной (90...94%) влажности воздуха. Расход воды на один вентилятор 40...50 кг/ч.

6. *Защита свеклы в кагатах от увядания и подмораживания.* Для длительного хранения свеклу укладывают лишь после 1 октября; раньше этого срока температура воздуха еще слишком высока и уложенная теплая свекла энергично дышит и плохо сохраняется, поэтому необходимо принимать меры к охлаждению корнеплодов по ночам. Поверхность кагата обильно опрыскивается известковым молоком для отражения солнечных лучей.

Для укрытия кагатов расходуется примерно 80 м² соломенных или камышитовых матов на каждые 100 т уложенной свеклы. Для укрытия кагатов применяют также щиты и плиты различного типа, изготовленные из камышита, опилок, торфа и других малотеплопроводных материалов. Кроме щитового или панельного укрытия кагатов, перспективно применение более легких материалов, например покрытия из поролона, пенопласта и других синтетических материалов.

С наступлением осенних заморозков кагаты укрывают с боков уже землей слоем 25...50 см, чтобы предотвратить замерзание свеклы. Сверху кагаты обычно укрывают соломенными матами (длиной 2 м, шириной 1,5...2 м и толщиной 3...4 см).

В дождливую погоду кагаты также необходимо накрывать, так как влага вызывает развитие плесени и порчу свеклы. Маты располагают так, чтобы стебли соломы лежали не вдоль, а поперек кагата и по ним легко стекала вода.

7. *Обработка корнеплодов в процессе укладки их в кагаты водными растворами дезинфицирующих и физиологически активных веществ.* Для

борьбы с прорастанием корнеплодов рекомендована обработка их при закладке на хранение натриевой солью гидразида малеиновой кислоты (ГМК-Na). Препарат применяют чаще в жидком виде (1%-ный раствор) при норме расхода раствора 3...4 л на 1 т свеклы. Обработка корнеплодов препаратом ГМК-Na снижает интенсивность прорастания в 2...3 раза.

Чтобы приостановить развитие микробиологических процессов при хранении и затормозить прорастание корнеплодов, имеющих механические повреждения, рекомендуется опрыскивать их растворами фенольных соединений — пирокатехина и гидрохинона. Применяют их в виде 0,3%-ного раствора из расчета 3...4 л на 1 т свеклы.

8. *Тщательный контроль и дистанционное измерение в разных зонах кагата температуры и относительной влажности воздуха (с автоматическим регулированием этих процессов)*. Необходимые условия успешного хранения сахарной свеклы — систематический контроль за температурой в кагатах, что позволяет своевременно ликвидировать очаги гниения и самосогревания. Оптимальная температура хранения свеклы 1...2 °С. С повышением температуры в кагатах выше оптимальной усиливается дыхание корнеплодов, интенсифицируются микробиологические процессы, а следовательно, возрастает потеря сахара. Для контроля за температурой в кагатах используют ручные термометры в деревянной оправе и электрические термометры сопротивления. На 300 т свеклы устанавливают один термометр, но не менее трех на кагат. Полезно, кроме того, устраивать в кагатах дополнительные отверстия путем установки кольев; в эти отверстия периодически помещают переносные термометры для более детального наблюдения за температурой.

При появлении отдельных очагов самосогревания загнившие корнеплоды немедленно выбирают из кагата и образовавшуюся яму заполняют здоровыми, обработанными известью-пушонкой. Надо следить за тем, чтобы температура в кагатах не опускалась ниже 0 °С. Если она снизилась до 1 °С, то кагаты дополнительно укрывают матами.

9. *Регулярное химико-фитопатологическое обследование хранимой свеклы и строгое соблюдение на этой основе очередности подачи ее на переработку*. Для определения состояния свеклы в кагатах и очередности сдачи ее в переработку необходимо периодически выполнять химико-фитопатологическое обследование кагатов. Первое обследование осуществляется с 1 по 10 ноября, второе — в период инвентаризации свеклы на 1 января и третье — с 20 февраля по 1 марта, если к этому времени остаток свеклы в кагатах превышает 15-дневную производительность сахарного завода. При затруднительном хранении свеклы следует проводить внеочередные обслуживания каждого кагата.

Если свекла в кагате частично подмерзла, то необходимо или весь кагат немедленно направлять в переработку, или выбрать подмороженную свеклу, чтобы переработать ее, или заморозить окончательно и хранить отдельно в замороженном состоянии. Но ни в коем случае нельзя оставлять подмороженную свеклу вместе со свежей, так как в мороженой свекле при таянии начнется бурное развитие гнилостных микроорганизмов, которое передастся и здоровым корнеплодам, и весь кагат погибнет.

Тщательно наблюдая за состоянием свеклы в кагатах, назначают и очередность ее переработки: в первую очередь на переработку идет менее надежная свекла, которая может легко испортиться; на длительное хранение оставляют лишь самую здоровую свеклу.

10. *Полная механизация всех погрузочно-разгрузочных и транспортных операций со свеклой.* Разгрузка и укладка свеклы в кагаты вручную весьма трудоемки. В настоящее время эти работы выполняются при помощи машин. Для разгрузки свеклы из грузовых машин применяют опрокидные площадки разных систем.

Широкое внедрение средств механизации при перевозках и укладках сахарной свеклы, а также установок для активного вентилирования позволило увеличить размеры и высоту кагатов, особенно для длительного хранения корнеплодов. На сахарных заводах применяют механизированную укладку высоких кагатов с помощью кагатоукладочных машин.

Наиболее современным и перспективным является высокопроизводительный кагатоукладчик КФ-6893-БЗ. Он приспособлен к разгрузке крупногабаритных автомобилей и автопоездов до 30 т, а также для очистки свеклы от примесей. Разгрузочная способность кагатоукладчика 300 т корнеплодов в час при формировании кагатов высотой 9 м.

В настоящее время для перемещения свеклы широко используются гидравлические транспортеры.

В общем виде схему транспортирования свеклы с поля до сахарного завода можно представить следующим образом. С полей убранный свеклу погружают в транспортные средства с помощью погрузчика СПС-4,2. Далее свекла доставляется непосредственно на территорию завода (если завод находится близко от поля) или на ближайший свеклопункт, расположенный у железной дороги. Со свеклопункта свеклу передают на территорию завода уже по железной дороге, откуда она поступает на бурачную, из которой гидравлическим транспортером, то есть при помощи желоба с текущей водой, свекла сплавляется к заводу.

Корнеплоды, привезенные с поля в автомашинах на территорию завода, если она не предназначена для длительного хранения, тоже выгружают в бурачную. Свеклу, предназначенную для длительного хранения,

направляют на кагатное поле и там укладывают в кагаты. Впоследствии из кагатов свеклу гидравлическими транспортерами подают на завод для переработки.

Потери массы и сахара при транспортировке, хранении и переработке

Сахарная свекла после уборки и транспортировки лишена листьев, поэтому прекращен процесс образования и накопления в ней сахарозы, прекращено также поступление в корнеплод влаги из земли. Однако корнеплод продолжает жить. Жизнь проявляется в дыхании корнеплода, которое доставляет энергию, выделяет тепло.

Дыхание есть процесс сжигания сахарозы за счет кислорода воздуха, при этом сахароза сначала распадается на глюкозу и фруктозу (при помощи фермента инвертазы). Этот процесс называют инверсией, а получаемый продукт — инвертным сахаром. В свежих, здоровых корнеплодах сахарной свеклы моносахара составляют всего 0,04...0,1 % массы. При производстве сахара повышенное содержание этих веществ в свекле нежелательно, так как затрудняется кристаллизация сахарозы, что приводит к потере в патоке.

Далее образовавшиеся моносахара окисляются в углекислоту и воду (при участии фермента оксидазы):



Интенсивность дыхания и потери сахара на дыхание зависят от температуры. При низких температурах потери меньше, при повышении температуры на 10 °С потери на дыхание увеличиваются почти в 2...2,5 раза.

Кроме превращения сахарозы в углекислый газ, идет превращение ее в некоторые сахара. Поэтому при хранении корнеплодов полная потеря сахара несколько больше того количества, которое использовалось на образование углекислого газа.

При анаэробных условиях хранения (то есть без доступа воздуха) количество выделяемого CO₂ уменьшается вдвое, но зато значительно увеличивается превращение сахарозы в несакхара (интермолекулярное дыхание).

При хранении неповрежденных, неподвяленных корнеплодов в оптимальных условиях (температура 0...2 °С; относительная влажность воздуха 94 %) сахароза теряется в основном в результате траты на дыхание.

При хранении корнеплодов подвяленных, травмированных, загрязненных зеленой массой, землей и другими примесями, процессы дыхания интенсифицируются, потери сахарозы возрастают. Выделяемые при дыхании влага и тепло, если их не удалять, являются причиной усиления дыхания и самосогревания сырья.

Свежеубранная свекла дышит в 2...3 раза интенсивнее, чем уже хранившаяся, у которой жизненные процессы постепенно затухают. Стабильность в дыхании наступает примерно через 2...3 нед. хранения. Весной дыхание корнеплодов становится интенсивнее.

На скорость дыхания влияет и удельная поверхность корнеплодов. Крупные корнеплоды с меньшей удельной поверхностью имеют более низкие интенсивность дыхания и относительные потери сахара.

В процессе хранения происходят значительные изменения химического состава свеклы. Сложные углеводы под действием ферментов подвергаются гидролизу до простых углеводов, часть их расходуется на дыхание, остальные накапливаются в сырье, увеличивается количество моносахаридов (кетозы, раффинозы). В небольших количествах подвергаются гидролизу и переходят в раствор пектиновые вещества. Общее содержание минеральных веществ при хранении почти не изменяется, но доля растворимой золы в результате превращения сложных соединений в простые нарастает. Это, в свою очередь, ведет к дополнительным затратам на очистку сока при производстве сахара. В целом выделение при дыхании 1 г CO_2 эквивалентно потере корнеплодами 0,65 г сахарозы.

Интенсивность дыхания также зависит от сорта, спелости свеклы, развития микроорганизмов. У стойких к хранению сортов сахарной свеклы дыхание более равномерное; спелые корнеплоды дышат менее интенсивно. Среднесуточные показатели потери сахара таковы: при 1 °C — 0,01 %, при 3 °C — 0,014, при 6 °C — 0,02, при 9 °C — 0,03, при 15 °C — 0,05 %. Оптимальной для хранения сахарной свеклы является температура от 0 до 2 °C, при этом на дыхание расходуется меньше углеводов без значительного ухудшения технологических качеств сырья. Увядание способствует резкому увеличению потерь сахара на дыхание.

Подмороженная свекла непригодна для хранения, при оттаивании она быстро загнивает и плохо перерабатывается. При замораживании клетки свеклы умирают: в них свертывается протоплазма, разрываются стенки клеток. По этой причине подмороженная свекла после оттаивания является прекрасной средой для развития микроорганизмов.

Кроме потерь на естественное дыхание, существуют нормативные потери сахара на всех этапах продвижения корнеплодов от поля до завода. При современном высоком уровне механизации уборки, погрузоч-

но-разгрузочных работ и хранения сахарной свеклы, содержащей много травмированных корнеплодов и примесей, потери свекломассы и сахара довольно высокие. Эти потери начинаются еще в поле. Значительная часть свеклы теряется при уборке, полевом хранении, при транспортировке и погрузочно-разгрузочных работах, на очистных устройствах, при подаче в завод и т. д. О величине потерь свекломассы на свеклопунктах можно судить по действующим нормам (в % от массы):

- при выгрузке — 0,5;
- при выгрузке в бурачные (с одновременной доочисткой) — 0,65;
- при подаче свеклы в завод — 0,2...0,65 (в зависимости от типа механизма подачи);
- при работе свеклонасоса — 0,4;
- при работе водобоев в бурачной — 0,05;
- при подаче свеклы гидротранспортерами — 0,2;
- при хранении — до 5% (в зависимости от зоны, в которой находится завод и от качества сырья).

Таковы только нормативные потери свеклы. Кроме нормированных потерь сахара (на дыхание, при транспортировке, очистке), всегда имеются потери от разрушения тканей корнеплода микроорганизмами. При самых благоприятных условиях эти потери можно снизить почти до нуля, но при небрежном хранении потери от микроорганизмов быстро возрастают и приводят иногда к полной гибели огромных количеств свеклы.

Убранная свекла нестерильна, на ее поверхности вместе с частицами земли имеется множество возбудителей всевозможных микроорганизмов. Однако они не развиваются. Свекла, как и всякий здоровый организм, обладает естественным иммунитетом. Микроорганизмы вначале могут развиваться лишь на отмерших клетках свеклы, которые имеются на пораженных, подмороженных или завядших частях корнеплода.

Поэтому при хранении свеклы важнейшее, решающее значение имеет забота о том, чтобы она была в здоровом состоянии и обладала естественным иммунитетом. Никакие искусственные мероприятия против развития микроорганизмов не помогут, если сама свекла утратила естественную способность бороться с ними. Поэтому надо предохранять корнеплоды от механических повреждений.

Свекла при хранении поражается двумя группами микроорганизмов: плесневыми грибами и бактериями. Первоначально развиваются плесени, требующие для своего развития кислород воздуха и поэтому образующие колонии на поверхности свеклы. Постепенно плесневые грибы разрушают плотную ткань кожицы свеклы и дают доступ гнилостным бактериям к внутренним частям корнеплода, где они и раз-

виваются. Для их жизни отсутствие воздуха даже благоприятно, так как они являются анаэробами.

Плесневые грибы и бактерии различно относятся к реакции среды. Плесени обычно сами образуют кислоты, окисляя сахар кислородом воздуха, поэтому они лучше развиваются в кислой среде и не могут развиваться в щелочной. Гнилостные бактерии, наоборот, имеют оптимум своего развития в щелочной, а не в кислой среде.

Из плесневых грибов, поражающих сахарную свеклу, следует отметить: *Botrytis cinerea*, *Phoma betae*, *Rhizopus betavora*.

Botrytis cinerea обладает способностью прорывать пробковый слой кожицы свеклы; питанием для него могут служить любые углеводы, содержащиеся в свекле, даже клетчатка. Гриб может развиваться лишь при доступе воздуха (безусловный аэроб). Оптимальной для *Botrytis* является рН 4,5. Он совершенно не переносит щелочной среды. В присутствии извести и даже мела он не может развиваться, так как нейтрализуется кислота. *Botrytis* — один из обычных плесневых грибов, развивающихся на завядшей свекле; он дает так называемую бурую, сухую гниль корнеплода.

Phoma betae также питается почти всеми углеводами свеклы (кроме клетчатки). Оптимум — при слабокислой среде (рН 6,5). *Phoma betae* — опасный для свеклы паразит, который вызывает «черную сухую гниль»; грибок особенно легко поражает свеклу при недостатке в почве бора.

Rhizopus betavora может хорошо развиваться и в нейтральной среде и в отсутствие воздуха.

Из бактерий, чаще всего портящих свеклу, можно назвать *Bacterium betae viscosum* и *Bacterium betae flavum*. Они вызывают «слизистый бактериоз» свеклы. Эти бактерии быстро развиваются при рН 7,0...7,2, то есть при слабощелочной реакции. В присутствии мела развитие слизистых бактерий резко усиливается. Из корнеплодов свеклы, пораженных слизистым бактериозом, вытекает бесцветная мутноватая слизь. Для развития этих бактерий не требуется воздух. Кроме сахарозы и инвертного сахара, слизистые бактерии усваивают также и пектиновые вещества. Ткань корнеплода свеклы, пораженная бактериями, делается слизистой и приобретает серый или бурый цвет.

Протеолитические бактерии (то есть бактерии, разлагающие белки) не играют заметной роли в порче свеклы, так как свекла почти совсем не содержит белков (0,7 %).

Наилучшая температура для развития плесневых грибов и бактерий на свекле 25...30 °С. Чем температура ниже, тем медленнее развиваются микроорганизмы, поэтому и следует хранить свеклу при возможно более низкой температуре (около 0 °С), но не ниже 0 °С.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что биологические и микробиологические факторы требуют соблюдения следующих условий при хранении сахарной свеклы:

1. Температура при хранении свеклы должна быть возможно более низкая, так как это снижает потери сахара на дыхание и задерживает развитие микроорганизмов; однако она ни в коем случае не должна опускаться ниже 0°C , чтобы не допустить подмораживания корнеплодов.

2. Корнеплоды свеклы должны быть здоровыми, с неослабленным естественным иммунитетом, без отмерших частей, легко подвергающихся гниению; для этого необходимо предотвращать механические повреждения свеклы, не допускать подмораживания и ее увядания.

3. Необходима тщательная сортировка корнеплодов. Недозрелые, подмороженные, завядшие, заплесневевшие, загнившие корнеплоды ни в коем случае не следует смешивать со здоровыми корнеплодами, чтобы не допустить очагов заражения и гниения.

Потери сахара в технологической цепи производства сахара, как уже отмечалось, начинаются уже при транспортировке сахарной свеклы. Общие потери сахара в транспортно-моечной воде зависят от качества сырья, температуры воды и продолжительности подачи. Потери сахара при транспортировке и мойке стандартной свеклы составляют $0,01...0,02\%$, потери подмороженной свеклы могут достигать $0,5\%$. Сточные воды гидравлического транспортера и мойки уносят с собой отломившиеся хвостики свеклы, небольшие кусочки ее и мелкие корнеплоды. Количество их может достигать $1...3\%$ к массе свеклы.

После транспортировки и мойки свекла измельчается и подается в диффузионные аппараты, где из нее извлекается сахароза. При этом обессахаренная свекловичная стружка — жом содержит около $0,3\%$ сахара, то есть потери сахара на этом этапе составляют около $1,7\%$ от общего содержания сахара в корнеплодах.

При дефекации — очистке диффузионного раствора с помощью извести — теряется до $0,8\%$ сахара, который выпадает в осадок вместе с известью.

Разложение сахара в выпарных аппаратах зависит от продолжительности пребывания в них сока и от температуры кипения. Эти потери обычно не превышают $0,01\%$ от массы свеклы.

Весьма значительные потери сахара происходят в мелассе: они составляют $2,0...2,2\%$ по массе свеклы и около 70% от всех потерь сахара в производстве.

На сахарных заводах главный технолог каждую декаду дает отчет о выходе сахара на 100 кг свеклы и о его потерях. Для этого составляется баланс сахара, где учитывается:

- количество сахара, поступившего в стружку;
- выход сахара-песка;
- потери сахара в производственном цикле.

На основании этих показателей вычисляют коэффициент завода, то есть количество сахара, полученного из 100 кг свеклы. Коэффициент завода на уровне 83...85 % считается хорошим. Однако при переработке испорченной свеклы этот показатель может быть значительно меньше 80 %, что указывает на большие потери сахара.

Технология получения сахара из свеклы

Для нормального питания человека, не обремененного большой физической работой, требуется в сутки следующее количество основных питательных веществ:

- белков — 102 г (4,8 ккал);
- жиров — 97 г (9,3 ккал);
- углеводов — 410 г (4,0 ккал).

Следовательно, углеводы составляют большую часть (более 67 %) пищи человека. Главный углевод в питании человека — крахмал (содержится в хлебном зерне, в картофеле). Однако крахмал по сравнению с сахаром переваривается и усваивается значительно медленнее, поэтому человек охотно заменяет в своем питании часть крахмала сахаром, имеющим, кроме того, приятный сладкий вкус.

Для быстрого восстановления затраченной энергии (при большой физической и умственной работе) сахар как питательное вещество особенно ценен по скорости и легкости его усвоения. Однако при потреблении сахара в чрезмерных дозах он начинает перерабатываться в организме человека в жиры, то есть наступает ожирение организма. Поэтому считают, что количество потребляемого сахара в сутки не должно превышать 100 г.

Родиной производства сахара является Индия, где его получали из сахарного тростника.

В XVIII в. главным центром производства сахара были Антильские острова. Европа своего сахара не производила, и весь сахар был импортным.

В самом начале XIX в. в Европе сложились условия, которые заставили искать новые источники получения сахара. Было сделано много всевозможных предложений по производству сахаристых веществ, например, из винограда, арбузов, кленового сока и, наконец, из свеклы. Еще в 1747 г. немецкий химик Маркграф извлек спиртом из сушеной свеклы точно такой же сахар, какой получается из сахарного тростника.

Подбором и культурой наиболее богатого сахаром сорта свеклы, а также разработкой практического производственного способа получения из нее сахара в конце XVIII в. одновременно занимались в России Яков Степанович Есипов и в Германии — Франц Карл Ахард. Методы свеклосахарного производства, разработанные Есиповым и Ахардом, были совершенно различны. Есипов предложил метод очистки выжатого сока свеклы известью, что оказалось вполне перспективным, и применяется повсюду до настоящего времени. Ахард очищал сок серной кислотой. Этот метод оказался ошибочным, и от него вскоре отказались. В 1802 г. одновременно появились и начали работать первые два свеклосахарных завода, построенные в России — в селе Алябьево Тульской губернии и в Германии — завод Ахарда.

С 1830 г. свеклосахарное производство вступило на путь надежного непрерывного развития во всех странах Европы. В настоящее время в России ежегодно перерабатывается на сахарных заводах 30...35 млн т сахарной свеклы.

Период работы современных сахарных заводов составляет 6 мес. — с 1 сентября по 1 февраля. При большом масштабе сахарного завода все операции должны быть механизированы и выполняться непрерывным поточным способом.

Стадии производства. Из бурачных или из кагатов свеклу доставляют в здание завода при помощи гидравлических транспортеров, то есть желобов, в которые подается вода. На гидравлическом транспортере устанавливают несколько соломо- и камнеловушек, отделяющих от свеклы грубые примеси.

На заводе свекла поступает в мойку, в которой отмывается от земли. Затем корнеплоды подают на автоматические весы, регистрирующие массу сырья, поступившего на завод.

Следующей задачей является получение из свеклы *сока*. В первые десятилетия развития сахарной промышленности сначала измельчали свеклу на терках, а затем отжимали клеточный сок на винтовых прессах. На эту операцию затрачивалось много ручного труда, а эффективность извлечения сахарозы из свеклы и чистота полученного сока были низкими. Поэтому около 130 лет назад прессовый способ получения сока был вытеснен более прогрессивным диффузионным (экстракцией), суть которого заключается в противоточной обработке свекловичной стружки горячей водой. При этом сахароза и часть растворимых несхаров переходят (диффундируют) в воду, в результате чего содержание их в стружке понижается, а в воде повышается. С повышением температуры воды скорость диффузии возрастает. Обычно этот процесс проводят при температуре 70...72 °С. Перед экстрагированием свеклу

изрезают в стружку, которая должна отвечать определенным требованиям. Ее качество обычно оценивают по длине 100 г стружки, которая должна быть около 25 м. Такая стружка образует в диффузионном аппарате легко проницаемую для сока массу, которая почти полностью обессахаривается за 60...70 мин. После отжатия стружки получают жом, в котором остается 0,2...0,3 % сахарозы к массе свеклы. Этот способ был предложен Д. А. Давыдовым в 1833 г., а воплощен в действие чехом Юлиусом Робертом в 1864 г.

Полученный таким образом диффузионный сок представляет собой поликомпонентную систему. Он содержит сахарозу и несахара, представленные растворами белковых и пектиновых веществ, редуцирующими сахарами, аминокислотами и солями. Из свеклы в диффузионный сок переходит 98 % сахарозы и около 80 % растворимых несахаров; в соке также содержится до 3 % пульпы (мелких частей стружки). Поэтому сок имеет темный цвет и непрозрачен. Всего в диффузионном соке содержится около 15 % сухих веществ, в том числе 14 % сахарозы.

Все несахара в большей или меньшей степени препятствуют получению кристаллического сахара. Поэтому одной из важнейших задач технологии сахарного производства является максимальное удаление несахаров из сахарных растворов. Известно много способов *очистки диффузионного сока*, но в практике находят применение только наиболее эффективные и дешевые; таким в настоящее время является способ обработки диффузионного сока известью (дефекация), когда к соку добавляется 2,5...3,5 % известкового молока (5% CaO), с последующим удалением его избытка углекислотой (CO₂-сатурация) и сернистым газом (SO₂-сульфитация).

При этих операциях осуществляются реакции коагуляции, осаждения, разложения, адсорбции, ионообмена, гидролиза. Большинство реакций требует для своего наиболее полного завершения различных, иногда противоположных условий. Это и вызвало к жизни разные технологические приемы, приведшие к усложнению и совершенствованию технологической схемы очистки.

Современные схемы предусматривают подачу извести в 2...4 приема, с промежуточным подогреванием соков и выводом образующегося осадка (фильтрация). Все эти мероприятия направлены на решение двух основных задач:

- на повышение общего эффекта очистки, который до настоящего времени не превышает 40 %;
- сокращение расхода извести с 3 до 1,5 %.

После очистки и фильтрации сока его *выпаривают*. Этот процесс осуществляют в два этапа:

- очищенный сок выпаривают в выпарных аппаратах до концентрации 60...65 % сухих веществ и получают сироп;
- сироп уваривают в вакуум-аппаратах до содержания сухих веществ 92,5 %, из них около 85 % — сахара.

При этом на второй ступени сгущения около половины сахарозы выкристаллизовывается и получается смесь кристаллов сахара и межкристалльной жидкости, которая называется утфелем первой кристаллизации.

В настоящее время во многих странах часть сахарных заводов работают с выводом 40...50 % сиропа на хранение с последующей переработкой в межзональный период. Это дает возможность расширять производство только до варочно-кристаллизационного отделения, увеличивая общую производительность завода. Хранить сироп можно в течение 120 сут, но поверхность его должна быть защищена от соприкосновения с воздухом. Недостаток этого способа сводится к двум моментам:

- потери сахарозы при хранении сиропа составляют 0,25 % к массе свеклы;
- необходим дополнительный расход топлива при подаче его в переработку.

Кристаллизация сахара — завершающий этап в его производстве. Как технологический процесс, она решает задачу выделения сахарозы из сиропа. В сокоочистительном отделении из диффузного сока удаляется примерно 1/3 несахаров[®], остальные несахара вместе с сахарозой поступают в варочно-кристаллизационное отделение, где большая часть сахарозы выкристаллизовывается в виде сахара-песка, а несахара остаются в межкристалльном растворе. Из вакуум-аппаратов утфель первой кристаллизации спускается в приемные мешалки. Вакуум-аппараты затем пропаривают паром и пропарку тоже направляют в мешалку. Из мешалки утфель спускается на центрифуги, где кристаллы сахара отделяются от межкристалльного отека. Кристаллы пробеливают горячей артезианской водой (3...3,5 % воды к массе утфеля). Пробеленный сахар выгружается на конвейер, охлаждается, подсушивается, сортируется и упаковывается. Собранные оттеки вновь выпариваются, и из них еще два раза выкристаллизовывают сахар (получая утфель II кристаллизации и утфель III кристаллизации). Получается сахар уже худшего качества — «желтый сахар», который возвращают в производство (прибавляют к сиропу). Это так называемая трехпродуктовая технологическая схема. При этом происходит истощение мелассы (патоки).

Свеклосахарное производство. Сейчас свеклосахарный завод — это крупное, хорошо оснащенное современной техникой предприятие, рабо-

тающее по непрерывной технологической схеме. В качестве типовой для новых и реконструируемых заводов в России принята схема с непрерывным обессахариванием свекловичной стружки, прессованием жома и возвратом в диффузионную установку всей жомопрессовой воды, очисткой свекловичного сока известью и диоксидом углерода, тремя кристаллизациями и аффинацией (очисткой) желтого сахара последнего утфеля.

Свеклосахарное производство можно разделить на 5 основных отделений (цехов):

1. Свеклоподготовительное (подача свеклы в завод, мойка и отделение примесей).

2. Свеклоперерабатывающее (взвешивание, изрезывание в стружку, обессахаривание стружки, подготовка питательной воды).

3. Свеклоочистительное (нагревание сока, удаление несахаров известью и диоксидом углерода, фильтрование, сульфитация — SO_2).

4. Сгущение очищенного сока выпариванием (нагревание сока, сгущение до сиропа, сульфитация, фильтрация).

5. Варочно-кристаллизационное (получение утфеля и центрифугирование, сушка, охлаждение, фракционирование и упаковка сахара-песка, переработка оттеков).

Кроме этих основных отделений, имеются вспомогательные:

- водное (обеспечение завода водой и очистка сточных вод);
- теплоэнергетическое (обеспечение завода теплом и электроэнергией);
- известково-газовое (получение извести, известкового молока и сатурационного газа);
- прессования, сушки и брикетирования жома;
- ремонтно-механическое;
- склады свеклы и сахара и т. д.

Для завода оптимальной производственной мощностью 6 тыс. т свеклы в сутки устанавливают оборудование в двух экземплярах мощностью по 3 тыс. т (свекломойки, резки, диффузионные установки и т. д.).

Паром и электроэнергией завод снабжается от собственной ТЭЦ. Расход пара на технические нужды, включая жомосушение, составляет 47 % к массе свеклы. Расход свежей воды составляет $250 \text{ м}^3/\text{ч}$. Среднесуточная численность работающих во всех подразделениях — 890 человек. Работа ведется круглосуточно в 3 смены.

Конечный продукт свеклосахарного производства — *сахар*, который является химически чистой сахарозой с весьма малым количеством примесей.

Сахар по своему качеству должен удовлетворять следующие требования:

- влажность — не более 0,14 %;
- чистота — не менее 99,75 %;
- содержание редуцирующих веществ — не более 0,05 %;
- содержание золы — не более 0,03 %;
- цветность — не более 0,8 единицы Штаммера.

По внешнему виду сахар должен быть бесцветным, однородным по величине кристаллов.

Сахар-песок хранят в мешках массой 50 кг, которые укладывают в штабеля и насыпью (бестарный способ хранения) в силосах. Доступ влаги к сахару недопустим, так как кристаллы сахарозы совершенно не способны связывать воду.

В настоящее время в ряде зарубежных стран используется жидкий сахар (сироп), который все больше применяется в пищевой промышленности. Такой сахар дешевле и удобен в транспортировке и при использовании. Более половины (54 %) всего производства сахара в США выпускается в жидком и нефасованном сыпучем виде. В общем потреблении доля жидкого сахара в этой стране составляет 26 %.

Основными *отходами* сахарного завода являются: жом, дефекасурационный осадок и меласса (патока).

Жом представляет собой мякоть свеклы (около 5 кг на 100 кг свеклы), к которой присоединены еще белки и немного сахара. Соотношение сухих веществ в жоме можно представить в следующем виде: белки — 0,4 %; зола — 0,2 %; клетчатка — 1,1 %; безазотистые экстрактивные вещества — 3,3 %; сахар — 0,3 %.

Сухие вещества жома являются хорошим кормом для скота. Мощный пищеварительный аппарат крупного рогатого скота прекрасно усваивает не только белки и сахар, но и пектиновые вещества, и гемипеллюлозу, и клетчатку жома.

По питательности сухого вещества жом занимает среднее место между луговым сеном и овсом. Однако большим недостатком свежего жома в качестве кормового средства является содержание в нем большого количества воды. На 100 кг свеклы получают 70...90 кг жома, в котором содержится лишь 5,6 кг сухих веществ; то есть лишь 6,2...8,0 % к массе жома. Остальное (около 92 %) составляет вода. Следовательно, жом — нетранспортабельный корм. Для использования его обычно недалеко от сахарных заводов устраивают откормочные хозяйства. Часть жома раздают поставщикам свеклы. До его использования значительная часть жома хранится в жомовых ямах.

На многих заводах жом сушат для того, чтобы сделать его транспортабельным кормом и предотвратить потери питательных веществ, какие

наблюдаются при хранении сырого жома. В нормально высушенном жоме должно содержаться лишь 10...12% влаги.

Одним из отходов свеклосахарного производства является *меласса* (патока), которая получается на последней ступени кристаллизации и содержит сахарозу, воду и большинство растворимых несахаров свеклы, оставшихся в соке после очистки и образовавшихся в результате разложения сахарозы при выпаривании сока и уваривании утфелей. Химический состав мелассы на 100% сухого вещества в среднем таков: сахароза — 58,0%; азотистые вещества — 15,0%; безазотистые органические вещества — 18,0%; зола — 9,0%

Хотя в патоке остается большое количество сахарозы, дальнейшее ее выкристаллизовывание на современных центрифугах нецелесообразно, так как патока обладает высокой вязкостью. В настоящее время разработаны методы получения сахара из патоки.

В нашей стране патока используется в основном в трех направлениях:

1. Сельское хозяйство. Значительную часть мелассы по договорам отпускают поставщикам свеклы для скармливания скоту в смеси с другими кормами. При этом используются все составные части мелассы. В смеси с другими кормами мелассу используют для изготовления комбикормов.

2. Спиртовая промышленность. Так как в патоке находится большое количество сахарозы, ее широко используют для производства спирта. Основой этого производства является сбраживание сахара мелассы при температуре 20...25 °С дрожжами и превращение его в спирт и углекислый газ.

3. Дрожжевая промышленность. Меласса в настоящее время служит главным сырьем для производства хлебопекарных дрожжей

При производстве сахара важно знать выход сахара, мелассы и потери в ней сахара. Все это можно определить расчетным путем без переработки по формулам:

$$S = (D - 1,0) \left(1 - \frac{100 - q}{q} \right) m;$$

$$C = \frac{H \cdot m}{q} (D - 1,0),$$

где S — выход сахара, % к массе свеклы; C — потери сахара в мелассе, % к массе свеклы; D — содержание сахара в свекле (сахаристость), %; q —

чистота (доброкачественность) очищенного нормального сока, %; m — мелассообразовательный коэффициент; H — разница между 100 и q ; 1,0 — потери сахара в производстве, кроме потерь в мелассе.

Контрольные вопросы

1. Химический состав корнеплодов сахарной свеклы и его зависимость от условий выращивания.
2. Содержание каких веществ в корнеплодах сахарной свеклы оказывает отрицательное влияние на технологический процесс получения сахара?
3. Какие требования предъявляются к корнеплодам сахарной свеклы, предназначенным для промышленной переработки?
4. Правила отбора проб сахарной свеклы при заготовках.
5. Что такое доброкачественность сока и как она определяется?
6. Назовите элементы современной технологии хранения и переработки сахарной свеклы.
7. Какие биохимические процессы протекают в корнеплодах сахарной свеклы при хранении?
8. Характеристика микрофлоры, поражающей корнеплоды сахарной свеклы при хранении. Меры борьбы.
9. Современная технология производства сахара из корнеплодов сахарной свеклы.
10. Какие требования предъявляются к свекловичному сахару?
11. Пути использования отходов свеклосахарного производства.

Глава 26.

ХРАНЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ ПЛОДОВ И ЯГОД

Хранение яблок

Лежкость яблок определяется их способностью дозревать в процессе хранения. Ранние сорта хранятся незначительный срок, а поздние, убираемые в недозрелом состоянии, — до 7...8 мес.

На лежкость яблок влияют: температура, относительная влажность воздуха и состав газовой среды.

В зависимости от сорта *температура* хранения должна быть в пределах от $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Необходимо заметить, что недозревшие плоды при низкой температуре не дозревают, остаются грубыми по консистенции и у них не улучшаются вкус и аромат. Поэтому температуру хранения следует корректировать с учетом вызревания яблок ко времени уборки. Имеется группа сортов с холодостойкими плодами (Пепин шафранный, Ренет Симиренко, Голден делишес, Северный синап и др.), которые лучше хранить при отрицательной температуре ($-1...-2\text{ }^{\circ}\text{C}$). При плюсовых температурах плоды холодостойких сортов поражаются загаром.

Другая группа сортов (Осеннее полосатое, Богатырь, Антоновка обыкновенная и др.) с плодами, чувствительными к холоду, хорошо хранятся при плюсовых температурах ($2...4\text{ }^{\circ}\text{C}$). После длительного хранения при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ они поражаются побурением кожицы и мякоти.

Оптимальная *относительная влажность воздуха* при хранении яблок — 85...95%. При необходимости ее повышают путем увлажнения пола хранилища водой или снегом, а также применением специальных форсуночных или ротационных увлажнителей. При более низкой влажности плоды ряда сортов (Уэлси, Пепин шафранный, Гольден делишес и др.) увядают, сморщиваются и теряют товарность. В то же время при очень высокой влажности у яблок ряда сортов лопается кожица и начинается сильное развитие гнилей.

При хранении яблок, особенно в камерах холодильника, должна быть необходимая циркуляция воздуха. В период охлаждения яблок ее надо поддерживать более интенсивной — до 30...40 объемов пустой



камеры в час при скорости воздушного потока 0,2...0,3 м/с. В период основного хранения она должна составлять 12...15 объемов пустой камеры в час. Циркуляцию воздуха проводят 6 раз в сутки по 1 ч. Периодический воздухообмен проводят также с целью удаления из камер газообразных продуктов обмена веществ из расчета 3...4 объема пустой камеры в сутки.

Замедлить процессы послеуборочного дозревания яблок и тем самым продлить период их хранения позволяет использование РГС, особенно для яблок, не выдерживающих низких температур. Для каждого сорта яблок определено оптимальное соотношение компонентов газовой смеси и температуры, при котором наблюдается наиболее высокая сохраняемость и товарность плодов. Некоторые сорта выдерживают повышенные концентрации CO_2 (до 8...10%) без физиологических расстройств. Часть сортов (Антоновка, Бельфлер синап, Розмарин белый) не выдерживают повышения концентрации CO_2 даже до 2% и хорошо хранятся при 0...1% CO_2 . Для большинства сортов оптимальной концентрацией CO_2 является 3...5%, а O_2 — 3%.

Технология хранения предусматривает для каждого сорта оптимальные сроки сбора яблок. Наступление съемной зрелости плодов определяют по ряду показателей: по окраске, прочности прикрепления плода, вкусу, окраске семян, плотности кожицы и мякоти, содержанию крахмала, числу дней от цветения, сумме активных температур, по гидротермическому коэффициенту (ГТК).

Яблоки большинства сортов в оптимальной степени зрелости легко отделяются от плодушки. Недозрелые плоды снимаются с некоторым усилием, и место их обрыва бывает неровным; перезревшие отделяются сразу же после прикосновения к ним. У яблок, готовых к съему, появляется характерный для сорта вкус и аромат, при этом уменьшается плотность кожицы и мякоти.

Время съема яблок определяется и другими способами. Так, при созревании яблок содержащийся в них крахмал постепенно превращается в сахар. Для определения степени зрелости плод разрезают пополам вдоль и опускают срезом в водный раствор йода в йодистом калии (20 г KI и 10 г I_2 в 1 л дистиллированной воды). Через 1...2 мин содержание крахмала оценивают по пятибальной шкале, в зависимости от окрашенной площади среза. При этом сорта яблок имеют разное проявление зрелости.

Показателем зрелости яблок служит также и число дней от цветения до созревания. Так, для Пепина шафранного этот период составляет 130 дней, Антоновки — 122...125, для Осеннего полосатого — 118...122 дня. В Центрально-Черноземном регионе (ЦЧР) яблоки осенних

сортов убирают через 95...115 дней, зимних — через 116...135 дней после массового цветения.

Зрелость яблок можно определить и по сумме активных температур воздуха (выше 5 °С) за период от цветения до созревания плодов. В ЦЧР она наступает при достижении суммы активных температур 2000...2400 °С.

Для прогнозирования срока хранения яблок используют ГТК по Т. Г. Селянинову, который равен отношению количества осадков за три месяца перед съемом к сумме температур за тот же период, умноженному на 10. При ГТК, равном 1,0...1,4, плоды хранятся максимальный срок. Недостаток влаги (ГТК < 1,0) или избыточное увлажнение (ГТК > 1,4) приводят к сокращению срока хранения яблок.

Для хранения при плюсовых температурах (в неохлаждаемых хранилищах) плоды снимают в начале съемной зрелости (несколько недозрелыми), для хранения в холодильниках — в стадии полной съемной зрелости. Предрасположенные к загару сорта (Антоновка, Бойкен, Северный синап, Мартовское, Розмарин белый, Голден делишес) снимают более вызревшими, склонные к побурению сердечка (Пепин шафранный, Ренет шампанский, Славянка) — несколько недозрелыми.

Яблоки, предназначенные для длительного хранения, убирают вручную поярусным способом в два этапа. Сначала урожай снимают в нижнем ярусе кроны, до высоты вытянутой руки. Эти плоды более устойчивы к физиологическим заболеваниям, и поэтому их целесообразно закладывать на хранение отдельно. При уборке, перевозке и хранении яблок используют ящики емкостью 20...25 кг или деревянные контейнеры емкостью 250...300 кг.

С верхнего яруса плоды собирают с многоместной платформы, на которой работает четыре-пять человек — одни снимают плоды, другие здесь же сортируют и упаковывают их.

После съема плоды в ящиках или контейнерах привозят на пункт товарной обработки, где проводится окончательная сортировка яблок на товарные сорта в соответствии с требованиями стандарта. При этом с помощью калибровочных машин проводят калибровку яблок. Плоды одинакового размера собирают в накопителях, откуда их забирают и упаковывают. В каждый ящик или контейнер укладывают яблоки одного помологического и товарного сорта, одинаковой величины, используя выстилочную бумагу или стружку из осины, тополя или других мягких пород дерева.

Дно ящика выстилают бумагой, затем кладут стружку слоем 1...2 см, на нее лист бумаги и укладывают на нее ряд плодов первого товарного сорта, предназначенных для длительного хранения, прямоугольным,

шахматным и диагональным способом. Каждый слой плодов отделяют от предыдущего листом бумаги или тонким слоем стружки. Сверху яблоки закрывают листом бумаги, стружкой и затем концами выстилочной бумаги. При этом верхний слой плодов должен быть на 6...10 мм выше краев — для лучшего уплотнения после забивания ящика. Плоды для кратковременного хранения (второго сорта) упаковывают без рядовой укладки. Для уплотнения яблок ящики перед забивкой пропускают через вибрационный стол.

При упаковке ценных помологических сортов и сортов, подверженных загару и увяданию, каждый плод заворачивают в специальную бумагу, пропитанную 0,05 %-ным раствором сорбиновой кислоты, которая защищает их при хранении от гниения.

После съема яблоки должны быть доставлены в плодохранилище не позже чем через 4...8 ч. Перед закладкой на длительное хранение в неохлажденных помещениях их охлаждают в специально оборудованных камерах холодным воздухом (скорость его движения — 3...4 м/с, кратность воздухообмена — 40...60 объемов камеры в час). При закладке в холодильник охлаждение проводят в его камерах. Ежедневная загрузка камеры яблоками устойчивых к быстрому охлаждению сортов должна составлять 10...15 % ее полной вместимости. Полностью камеру загружают за 7...10 дней.

У яблок неустойчивых к быстрому охлаждению сортов при резком снижении температуры возникают физиологические расстройства, поэтому их надо охлаждать постепенно. В отключенную камеру в течение 1...3 сут загружают плоды, затем включают систему охлаждения и в течение нескольких суток температуру снижают сначала до 4...6 °С, а затем — до необходимого для сорта уровня.

На длительное хранение закладывают «зимние» яблоки высшего и первого товарных сортов. Плоды второго сорта хранят 2...3 мес. Загрузку продукции в хранилище или холодильник проводят однородными партиями по заранее составленному плану. В одной камере размещают плоды одного помологического и товарного сорта. Можно закладывать вместе и несколько сортов, но они должны иметь одинаковые сроки уборки и требования к температурному и влажностному режимам.

Яблоки хранят в ящиках, картонных коробках и контейнерах. Ящики устанавливают в немеханизированных хранилищах — штабелями высотой 2...3 м на приподнятом на 10 см съемном решетчатом полу так, чтобы под потолком хранилища оставалось свободное пространство не менее 0,3 м для вентиляции. Через каждые 3...5 м делают проходы шириной 0,8...1 м для осмотра продукции. В камерах холодильника устраивают сплошной штабель, оставляя вентиляционные промежут-

ки шириной 10 см через каждые 2...4 ящика, поставленных вплотную. В механизированных хранилищах электропогрузчиками устанавливают штабеля из пакетов ящиков на поддонах в 3...4 яруса или из контейнеров в 5...6 ярусов. В современных холодильниках, имеющих камеры высотой 7...8 м, последние ставят по 8 шт. в высоту.

Штабеля располагают перпендикулярно оси нагнетательного воздушного канала или стенам с охлаждающими батареями, чтобы обеспечить равномерное охлаждение плодов. Расстояние от штабелей до стен без приборов охлаждения должно быть не менее 30 см, от стен с охлаждающими батареями — не менее 60 см. Между верхом штабелей с яблоками и потолком должен быть просвет не менее 60 см.

В камерах с регулируемой газовой средой хранение яблок возможно до июля. Однако такой способ обходится дорого, поэтому для основной массы плодов применяют обычное холодное хранение, а 25...30 % яблок хранят в РГС для реализации с апреля по июнь.

Загрузку яблок в камеры с РГС проводят в контейнерах или ящиках на поддонах сплошным штабелем без проходов за 2...3 дня. После окончания ее напротив смотрового окна в камере помещают контрольные образцы в ящиках, дверь герметически закрывают, устанавливают оптимальную температуру и при помощи газогенератора создают нужный состав газовой среды.

Для хранения яблок широко применяют упаковку их в полиэтиленовую пленку. При этом используют пакеты емкостью 1...3 кг, вкладывая в ящики и контейнеры, контейнеры — мешки емкостью 600...800 кг с клееным газообменным окном. В такой упаковке через 0,5...1 мес. содержание O_2 составляет 14...16 %, CO_2 — 5...7 %, что улучшает сохранность яблок, устойчивых к повышенной концентрации CO_2 (Ренет Симмеренко, Бойкен, Сары синап, Голден делишес, Пепин шафранный, Осеннее полосатое, Жигулевское и др.). Не выдерживают подобного хранения сорта Антоновка, Славянка, Боровинка ананасная, Победитель, Розмарин белый.

Для ящиков вкладывают, а также пакеты изготавливают из пленки толщиной 30...40 мкм. Вкладыши в контейнеры изготавливают из пленки толщиной 40...60 мкм.

Во время уборки в контейнер на дно укладывают слой стружки толщиной 1,5...2 см, а затем вставляют готовый вкладыш, концы которого навешивают на края контейнера. Дно и боковые стенки его выстилают упаковочной бумагой и укладывают яблоки. При этом каждый раз их переслаивают стружкой или упаковочной бумагой. Плоды с плотной мякотью можно укладывать, не пересыпая упаковочным материалом. В хранилище контейнеры первые 2...3 дня держат открытыми, пока

яблоки не охлаждаются. Затем на верхний ряд плодов укладывают 1...2 листа влагостойкой бумаги, а верхние концы полиэтиленового вкладыша складывают в виде конверта. После этого контейнеры устанавливают для хранения штабелем в 6...8 ярусов. В такой упаковке содержание кислорода постепенно снижается до 12...16%, а концентрация CO_2 возрастает до 4...6%.

Необходимый состав газовой среды в контейнере достигается при определенном количестве загруженных плодов и температуре последующего хранения. Чем она ниже, тем больше яблок может быть заложено в один контейнер. Например, при температуре 10 °С в контейнер закладывают 500 кг яблок, при 5 °С — 600 кг, при 2...3 °С — 700 кг, а при 0 °С — 800 кг.

Недостатки использования подобных контейнеров — загрузка их вручную, возможность легко нарушить герметичность упаковки при перемещении и образование конденсата при незначительных перепадах температуры, что способствует развитию инфекционных заболеваний.

За рубежом широко применяют покрытие плодов, предназначенных для хранения, тонким слоем воска с добавлением фунгицидов. Плоды моют, затем при помощи опрыскивателя на них наносят восковую эмульсию (температура воска не должна превышать 40 °С). Этот прием позволяет сохранить плотность мякоти, окраску, повышает устойчивость к болезням и лежкость. Особенно эффективно воскование плодов, имеющих тонкую кожицу и склонных к увяданию. В нашей стране для заворачивания яблок при упаковке широко используют пропитанную вазелиновым маслом бумагу, которая предотвращает поражение загаром и увядание плодов.

Хранение груш

Груша распространена во всех регионах с умеренным климатом и в мировом производстве плодов занимает восьмое место. Лидеры по производству груши в Европе — Италия, затем Испания, Франция и Германия. В Азии основной производитель плодов — Китай. В нашей стране на ее долю приходится всего около 6%, или 17 тыс. га плодовых насаждений.

Плоды груши отличаются высокими вкусовыми качествами и диетическими свойствами. В сочной, нежной и ароматной мякоти благоприятно сочетаются сахара (6,6...13,5%), кислоты (0,2...0,6%), ароматические и пектиновые вещества, содержатся минеральные соли, азотистые, дубильные вещества (12...18%) и повышенное содержание витаминов А, С, В, РР.

По срокам созревания и потребления груши подразделяются на летние, осенние и зимние сорта. У груш, в отличие от яблок, более выражена принадлежность сортов к определенной группе, но выращивание груш в северных районах приводит к более позднему их созреванию. Летние сорта груш созревают в июле — начале августа, через 2...3 нед. достигают физиологической спелости (перезревают) и теряют потребительские свойства. Поэтому летние сорта груш пригодны для употребления в свежем виде и для переработки. Осенние сорта убирают в течение сентября, и через 1...2 мес. плоды достигают потребительской зрелости. Осенние сорта груш отличаются крупным размером плодов, маслянистой, тающей мякотью, прекрасным вкусом и ароматом, а также универсальностью использования. Зимние сорта при уборке в конце сентября — начале октября имеют низкие потребительские свойства — жесткую консистенцию мякоти, зеленую окраску плодов со слабовыраженным ароматом. Дозревание груш зимних сортов происходит через 3...8 мес. хранения. Лучшие сорта выращивают в южных районах и в средней полосе страны.

Уборка урожая. Срок уборки урожая груш является одним из важнейших условий нормального их хранения в осенне-зимний период. Груши, убранные до съемной зрелости, имеют плоды меньшего размера, быстро теряют влагу, сморщиваются. Плоды отличает повышенное содержание хлорофилла, который не исчезает даже при дозаривании при повышенной (20 °С) температуре.

Поздняя уборка груш в стадии полной зрелости приводит к снижению сохранности плодов, которые подвергаются физиологическим расстройствам (налив, побурение мякоти и др.) и поражаются патогенными микроорганизмами. У поздноубранных плодов значительно сокращается срок хранения даже при оптимальных условиях.

Идеальной считается практика уборки плодов в 2...3 приема с интервалом 5...10 дней, что позволяет убирать вначале крупные, созревшие плоды и оставлять на доращивание плоды менее развитые.

Но в крупных садоводческих хозяйствах проводить уборку груш в несколько приемов экономически невыгодно и поэтому применяют разовую уборку плодов. Так как уборка сортов одного созревания длится 3...4 нед., то первые партии плодов неизбежно убирают недозрелыми, тогда как последние перезревают и могут храниться лишь короткий срок.

Однако показатели срока съема позволяют выделить партии груш с оптимальной лежкостью. На хранение груши закладывают в начальной степени зрелости. Для определения оптимальных сроков съема используют несколько показателей: плотность мякоти, возраст пло-

да и содержание крахмала. Плотность мякоти определяют с помощью пенетрометра в трех точках по наибольшей окружности плода с интервалом в 120° . Измерения проводят еженедельно. Для каждого сорта существует индивидуальная съемная плотность, которая колеблется от 6,0 до 6,8 кг.

Возраст плодов определяют по числу дней между опадением лепестков (или полным цветением для некоторых сортов) и уборкой урожая. Однако этот показатель не всегда достаточно надежен, так как не учитывает ранний или поздний характер цветения, и его можно использовать при определении срока уборки груш в конкретных районах страны.

Наиболее эффективный показатель определения съемной зрелости груш — по содержанию крахмала в плодах. Определение проводят окрашиванием поперечного разреза плода водными растворами йода в йодистом калии (4 г KI и 1 г I₂ на 1 л дистиллированной воды). У плодов, богатых крахмалом, срез приобретает синюю окраску очень быстро и интенсивно. Такие плоды считаются незрелыми и еще не достигли съемной зрелости. Перезревшие плоды имеют желто-коричневую окраску среза, то есть крахмал полностью перешел в сахара. Такие плоды также нельзя закладывать на длительное хранение, их нужно как можно быстрее убрать и отправить на реализацию.

Оптимальный срок уборки приходится на период, когда 40 % крахмала (от максимального его содержания) превратилось в сахара. На срезе, обработанном реактивом, наблюдается голубая зона в периферийной части плода, а центральная часть имеет светло-желтую окраску. Иногда часть крахмала остается в середине плода. В этом случае видны два голубых участка, разделенных светло-желтой кольцеобразной полосой.

Организация уборки урожая должна предусматривать комплекс мероприятий, обеспечивающих своевременный сбор плодов груш с минимальными потерями. Вначале сплошным или выборочным методом предварительно определяется урожай и составляется план-график его уборки с указанием очередности сроков (по сортам и кварталам) с указанием объемов работы и потребного количества рабочих, тары, упаковочных материалов, транспортных средств, механизмов и уборочного инвентаря.

К предварительным мероприятиям, предшествующим уборке, относятся: заблаговременное прекращение поливов и обработки сада пестицидами; скашивание травостоя (при залужении или посеве трав в междурядьях) и сбор падалицы.

Уборку проводят по сортам. Груши, предназначенные для длительного хранения, убирают вручную двумя способами: с применением лестниц и с помощью навесных или прицепных многоместных платформ.

При уборке необходимо соблюдать осторожность, чтобы не повредить нежную кожицу. Груши некоторых ценных сортов убирают в перчатках.

В тару плоды обычно укладывают шахматным и диагональным способами с выстиланием каждого ряда плодов сначала бумагой, а затем — стружкой. Крупноплодные груши упаковывают в три слоя, а мелкоплодные — в четыре.

Сроки и условия хранения. В камерах хранилища заполненные ящики устанавливают штабелями, так же как с яблоками. При использовании РГС, МГС груши упаковывают в контейнеры вместимостью 300...350 кг и устанавливают в высоту по 6...7 шт.

Температура хранения груш от -1 до $+2$ °С. Относительную влажность воздуха при хранении груш поддерживают на уровне 90...95%. Ряд сортов (Любимица Клаппа, Вильямс летний, Лесная красавица, Бере Рояль, Кюре, Бергамот Эсперена и др.) хорошо хранится при температуре -1 °С. Груши сильнее яблок поражаются при хранении грибными заболеваниями и менее восприимчивы к болезням, возникающим от холода. Поэтому при температуре от 0 до -1 °С груши многих сортов успешно хранятся в течение 5...8 мес. Однако у большинства сортов при такой температуре плоды не дозревают, остаются жесткими и не приобретают потребительских качеств. Перед реализацией их дозаривают при температуре 15...20 °С: летние сорта в течение 5...8 сут; осенние — 8...12; зимние — 10...15 сут. После отепления плоды приобретают присущие сорту вкус, аромат и консистенцию. Срок реализации их после дозревания не должен превышать 3...4 дней.

При хранении груш около 80...90% *потерь продукции* происходит из-за поражения их плесневыми грибами и чаще всего серой гнилью, реже — черным раком и паршой. Плоды, пораженные паршой, менее устойчивы к другим заболеваниям (плодовым гнилям и плесеням) и склонны к увяданию. На грушах некоторых сортов (Кюре, Олимп и др.) при хранении развивается амбарная форма парши.

Из физиологических заболеваний наиболее распространены загар (побурение кожицы) и вспухание плодов (мацерация мякоти). Наиболее восприимчивы к загару сорта Вильямс, Нарт, а к вспуханию — Дюшес, Кюре, Ангулем. Мякоть у последних становится сухой, мучнистой, легко поражается патогенными микроорганизмами или темнеет. Плоды полностью теряют товарный вид и непригодны для потребления в свежем виде.

Следует учитывать, что некоторые сорта (Бере Боск) после хранения при отрицательной температуре затвердевают и теряют способность дозревать. Плоды таких сортов убирают в полной съемной зрелости и укладывают на хранение в холодильник, перед реализацией их отепляют; недозрелые хранят при более высокой температуре.

Для хранения груш можно использовать полиэтиленовые герметические *контейнеры* вместимостью 350...400 кг с газоселективными окнами, в которых вследствие дыхания плодов и селективной проницаемости окон создается модифицированная газовая среда (МГС) с повышенным содержанием углекислого газа (3...4%) и пониженным — кислорода (8...9%). Контейнеры рукавного типа изготавливаются из пищевого газонепроницаемого полиэтилена толщиной 200 мкм. Ширина мягкой упаковки в плоском виде 2,4 м с квадратным основанием $1,3 \times 1,3$ м, высота — 2,7 м. В боковые стороны контейнера вмонтированы четыре газообменных окна из газоселективного материала, который представляет собой тонкую пленку силиконовой резины, упрочненную капроном. Силоксан обладает высокой проницаемостью для углекислого газа (в 25...30 раз выше, чем натуральный каучук), нетоксичен, отличается гидрофобностью. Размер активной площади силиконовых окон в контейнерах составляет $6 \text{ см}^2/\text{кг}$ плодов.

Охлажденные до 4...5 °С груши в *ящиках* помещают в полиэтиленовые контейнеры, заранее уложенные на стандартный поддон. Боковые стороны контейнера сворачивают валиком по периметру поддона и по мере загрузки разворачивают их. В каждый контейнер закладывают 24 ящика (в три ряда по 8 шт.), погрузчиками перевозят в плодохранилище и оставляют открытыми (для предотвращения отпотевания). После того как температура установится на уровне основной температуры хранения, верхние края пленки стягивают и загибают, создавая герметичность.

Повысить сохранность плодов груши можно, обработав их перед закладкой на хранение пленкообразующими веществами с добавлением антисептиков. Защитное покрытие представляет собой водную композицию из 2,5...3,0%-ного раствора поливинилового спирта, 0,02%-ного сорбиновой кислоты и 2%-ного хлорида кальция. Эмульсия поливинилового спирта не имеет вкуса и запаха и позволяет получить покрытие с хорошей адгезией к поверхности плодов. Сорбиновая кислота подавляет развитие фитопатогенных грибов и в организме человека разлагается на углекислый газ и воду, не оказывая вредного воздействия.

Груши хорошо хранятся в РГС, содержащей от 1 до 5% CO_2 и 2...3% O_2 . Для большинства сортов оптимальной концентрацией CO_2 является 2...3%.

Хранение косточковых плодов

К косточковым плодам относят абрикосы, алычу, вишню, черешню, персики, сливу и кизил. По количеству насаждений в промышленном плодоводстве вишня занимает второе место после яблони, а слива —

третье. Остальные косточковые культуры возделываются в основном в южных районах страны.

Особенности строения плодов косточковых заключаются в том, что они имеют тонкую кожицу с восковым налетом или опушением, сочную, нежную мякоть и одревесневшую косточку с семенем внутри.

Покровную ткань плодов представляет эпидермис, покрытый у вишни, черешни, сливы кутикулой или опушением — у абрикосов и персиков. Кутикула и опушение служат защитой плодов от неблагоприятных механических и микробиологических воздействий. Восковой налет легко стирается, но может восстанавливаться, а при хранении у некоторых сортов слив даже усиливается. Опушение можно удалить только при сильном трении, и оно не изменяется при хранении и не восстанавливается. Тонкий, нежный эпидермис косточковых не способен защитить плоды от внешних воздействий, и в этом заключается одна из причин их низкой лежкости и транспортабельности.

Под покровной тканью находится паренхимная мякоть плодов, пронизанная сосудами проводящей ткани. Запасаящая ткань косточковых плодов при созревании становится сочной, нежной, легко повреждаемой. Поэтому все способы уборки, транспортирования и хранения должны быть направлены на защиту плодов от механических повреждений.

Проводящие и покровные ткани создают механическую прочность плодам. При хорошем развитии этих тканей плоды имеют плотную мякоть и, следовательно, лучше сохраняются.

В отношении способности к дозреванию мякоти косточковых плодов нет единого мнения. Большинство исследователей считают, что плоды, убранные до наступления съемной зрелости, не улучшают свои потребительские свойства во время хранения, а становятся лишь более мягкими за счет гидролиза протопектина. Однако ряд ученых установили, что некоторые сорта слив, персиков и абрикосов могут дозревать при хранении с улучшением цвета, вкуса и аромата плодов.

Химический состав косточковых зависит от видового состава и значительно отличается по сортам пород (табл. 4).

Повышенной сахаристостью отличаются черешня и абрикосы, кислотностью — алыча, слива и вишня. Косточковые (особенно слива и вишня) выделяются высоким содержанием дубильных веществ. Значительно меньше их в черешне и абрикосах, но доля Р-активных катехинов у них выше, и по содержанию витамина Р эти виды не уступают другим косточковым. Установлено, что 100 г косточковых способны удовлетворить суточную потребность человека в витамине Р. Других витаминов в плодах содержится незначительно, за исключением абрикоса, плоды которого содержат до 7 мг% каротина (провитамина А).

Таблица 4

Химический состав плодов косточковых культур, % на сырое вещество

Культура	Вода	Белок	Жиры	Сахара	Кислоты	Пектиновые вещества	Дубильные вещества
Абрикосы	66,0	0,9	0,2	12,8	1,1	1,1	46
Вишня	81,3	1,3	0,3	11,2	1,2	0,3	310
Черешня	84,5	1,6	0,2	12,1	0,7	0,3	96
Слива	82,2	1,2	0,1	11,3	1,4	0,6	306
Алыча	87,4	1,1	0,1	7,7	1,8	0,8	103
Персики	86,5	0,9	0,1	9,7	0,5	0,6	152

Вишня и черешня имеют общее строение. От других косточковых отличаются округлой, овальной, сердцевидной формой плода и небольшой округлой косточкой. В зависимости от окраски плодов вишню делят на две группы: гриоты, или морели, и аморели. Гриоты имеют темно-красную окраску кожицы, мякоти и сока. К этой группе относят сорта: Жуковская, Любская, Владимировская. Аморели отличаются светлой окраской кожицы (от кремовой до светло-красной) и неокрашенным соком. Большинство аморелей входит в группу ранних сортов десертного назначения и малоприспособны для хранения.

Окраска кожицы черешни варьирует от желтой до черной. Основным признаком, по которому сорта черешни подразделяют на две группы (гини и бигарро), — это консистенция мякоти. Гини — ранние сорта черешни с мягкой сочной мякотью и поэтому непригодны для длительного хранения и транспортировки. К бигарро относятся сорта с полухрящеватой или хрящеватой плотной мякотью; характеризуются хорошей транспортабельностью и удовлетворительной лежкостью. Сорта этой группы могут иметь как светлую, так и темную окраску.

Плоды вишни и черешни, предназначенные для хранения, убирают за 5...7 дней до наступления потребительской зрелости. Плоды снимают с целыми плодоножками или срезают ножницами, оставляя 2/3 длины плодоножки, считая от плода.

В настоящее время как за рубежом, так и в нашей стране для съема сортов вишни, черешни, алычи и сливы, которые отделяются от плодоножки с сухим отрывом, можно применять вибрационные стряхивающие машины. При этом возрастает производительность труда, но снижается сохранность плодов, так как они травмируются при уборке.

Хранят вишню и черешню в ящиках вместимостью до 6 кг, укладывая плоды насыпью, а верхний ряд — кругами, плодоножкой к центру. Хранение вишни с плотной мякотью и темной окраской (светлоокрашенные теряют цвет во время хранения) проходит наиболее эффективно при температуре от 0 до -1°C и относительной влажности воздуха 90...95 %. В таких условиях она хранится 10...15 дней. Однако в упаковке из полиэтиленовой пленки емкостью 1 кг вишня может лежать до 1 мес., а в газовой среде (10 % CO_2 , 11 % O_2 и 79 % N_2 , сорт Любская) — до 1,5 мес.

Слива отличается большим видовым разнообразием (насчитывается 32 вида этой культуры). В нашей стране в основном выращивается слива домашняя, которую подразделяют на венгерки, ренклоды и яичные.

Венгерки отличаются овально-удлиненной формой, тонкой темно-красной или фиолетовой кожицей с восковым налетом. Мякоть желтая, сочная, плотная, сладкая. Косточка легко отделяется от мякоти и занимает 3...6 % от массы плода. Лучшие сорта, пригодные для хранения, — Анна Шпет, Венгерка обыкновенная, Венгерка итальянская.

Ренклоды имеют плоды округлой формы с тонкой плотной кожицей желтого, красного или фиолетового цвета с восковым налетом. Мякоть желтая, сочная, сладкая; косточка трудно отделяется от мякоти. По лежкости ренклоды уступают венгеркам. Лучшие сорта — Ренклюд зеленый и Ренклюд фиолетовый.

Яичные сливы не нашли широкого распространения и характеризуются желтой окраской кожицы; отличаются слабой лежкостью и поэтому на хранение не закладываются.

Убирают сливу за 5...6 дней до полной зрелости, когда еще твердые плоды приобретают типичные для сорта размер и окраску. Иногда считают экономически выгодным проводить выборочный съем плодов некоторых ценных сортов сливы с крупными плодами.

Снимают сливы с плодоножкой и укладывают в ящики-лотки, выстланные бумагой. Хранят при температуре 0... 1°C и относительной влажности 95 %. Температуру ниже 0°C можно поддерживать лишь при кратковременном хранении.

При хранении слив типа венгерок вначале происходит постепенное увеличение флавоноидов, а через 2 мес. количество их уменьшается. Увеличивается количество связанных форм полифенолов и антоцианов, что указывает на достаточное коррелирование биохимических процессов, связанных с протеканием гидролитических и окислительных процессов.

Сливы, упакованные в герметические пакеты из тонкой полиэтиленовой пленки (40...60 мкм) вместимостью 0,5...1,0 кг, хорошо хранятся

при температуре $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 2...3 мес. В газовой среде, содержащей 3...4% CO_2 , 3% O_2 , 93...94% N_2 , сливы сохраняют высокие товарные и вкусовые качества в течение 3...4 мес.

Абрикосы и **персики** относятся к ценным южным культурам и имеют много общего по форме плодов, окраске и состоянию кожицы. Плоды имеют продольную борозду — брюшной шов, покрыты сверху опушением или без него. Форма плодов округлая, яйцевидная; у абрикосов встречается миндалевидная, у персиков — шаровидная. По опушению персики подразделяют на опушенные, или настоящие, и голые — нектарины. Преобладающие окраски — желтая и оранжевая, но встречается также беловатая, зеленоватая и кремовая. Мякоть персиков различной плотности, сочная, нежная, волокнистая, у персиков с неотделяющейся косточкой — упругая и хрящеватая. Абрикосы имеют более сильный характерный аромат, а персики — более тонкий.

В зависимости от происхождения и хозяйственно-биологических признаков сорта абрикосов подразделяют на три группы: среднеазиатскую, ирано-закавказскую и европейскую. Первая группа характеризуется мелкими сахаристыми плодами с плотной мякотью, но слабым ароматом. Наиболее пригодны для сушки и хранения. Ирано-закавказская группа распространена в основном в Дагестане. Плоды обладают средней сахаристостью и низкой кислотностью. Европейская группа абрикосов представлена в основном столовыми сортами. Отличаются ярко выраженным абрикосовым ароматом, приятным вкусом. Плоды среднего и крупного размера с желтой и оранжевой мякотью.

Плоды на деревьях промышленных сортов абрикосов и персиков созревают почти одновременно. К уборке урожая приступают за 3...5 дней до наступления полной зрелости, когда плоды вполне сформировались, приобрели типичные для сорта размер и окраску, но имеют твердую, плотную консистенцию. Снимают их с плодоножкой, не допуская механических повреждений, и укладывают в ящики-лотки, выстланные бумагой.

Хранят персики и абрикосы при температуре около $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха 90...95%. В таких условиях плоды в течение 1...1,5 мес. остаются плотными и сохраняют высокие вкусовые качества. Высокие температуры (выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$) способствуют быстрому созреванию и размягчению плодов. Применение газовой среды позволяет в 1,5...2 раза увеличить срок хранения при высокой товарности персиков и абрикосов; оптимальный состав ее 3...5% CO_2 , 2...3% O_2 и 92...95% N_2 .

Косточковые плоды при уборке упаковывают в ящики или картонные коробки с ячеистыми прокладками. В этой таре плоды транспорти-

руют и хранят. В хранилищах ящики штабелируют на поддонах высотой 8...10 упаковочных единиц. При использовании прочной тары высоту можно устанавливать по два ящичных поддона.

Для сокращения потерь при хранении косточковые плоды сразу же после уборки охлаждают, используя гидроорошение или холодный воздух. Повысить сохранность плодов можно, используя обработку их антисептиками или покрытие защитными пленкообразующими растворами.

Снятие косточковых с хранения в теплое время года производят после предварительного постепенного отепления до температуры на 4...5 °С ниже температуры наружного воздуха в специальной дефростационной камере или в камере хранилища, если вся продукция из нее реализуется. Отопление проводится в течение 2...3 дней для предотвращения конденсации влаги на поверхности плодов.

Технология хранения ягод

Ягоды представляют собой плоды травянистых растений, кустарников и реже — деревьев. Представлены большим разнообразием (в России произрастает 25 видов) и превосходят в этом отношении другие виды плодовых культур. В промышленном плодоводстве среди ягод первое место занимает виноград, затем смородина, земляника, малина, крыжовник, облепиха.

Отличительной особенностью ягод является нежная, сочная консистенция мякоти, водоудерживающая способность которой низкая, и поэтому ягоды интенсивно испаряют влагу, увядают и обладают пониженной лежкостью.

В зависимости от строения плодов ягоды подразделяют на настоящие (виноград, смородина, крыжовник, клюква, черника, брусника и др.), сложные (малина, ежевика, морошка) и ложные (земляника, клубника).

Наилучшей сохранностью обладают *настоящие* ягоды, относящиеся к группе плодов длительного хранения. Это объясняется строением ягод. Сверху плод покрыт эпидермисом с восковым налетом, а у крыжовника ягоды имеют опушение. Мякоть настоящих ягод состоит из паренхимных клеток. Наибольшее количество механических тканей локализуется в оболочке семян, что обеспечивает их повышенную прочность.

Сложные и ложные ягоды имеют очень тонкую кожицу с незначительным восковым налетом и поэтому они слабоустойчивы к механическим повреждениям и к проникновению микроорганизмов внутрь плода.

Особенностью ягод является высокое содержание воды и низкое — основных питательных веществ (табл. 5). Низкое содержание белков, играющих водоудерживающую функцию ягод, а также веществ защитного характера является одной из причин слабой лежкоспособности большинства ягод.

Таблица 5

Химический состав ягод, % на сырое вещество

Культура	Вода	Белок	Сахар	Кислоты	Пектин	Дубильные вещества	Витамин С, мг%
Земляника	84,5	0,8	8,3	0,9	1,1	280	82
Крыжовник	90,3	0,8	6,0	2,1	0,8	290	30
Смородина черная	83,5	0,5	9,1	3,2	1,4	265	200
Смородина красная	84,0	0,6	8,2	2,7	1,2	35	61
Облепиха	84,4	0,7	5,7	2,3	0,3	162	158
Малина	82,7	0,6	9,6	0,8	1,2	197	25
Черника	85,5	1,2	5,3	1,2	0,7	383	10

К веществам защитного характера у ягод относят полифенолы, в том числе антоцианы и лейкоантоцианы, а также некоторые кислоты (например, бензойную и салициловую).

Ягоды богаты дубильными веществами и флавоновыми гликозидами, которые обладают Р-витаминной активностью. Поэтому они являются источником витамина Р. Минеральный состав ягод разнообразен, но наибольшее значение они имеют как источники калия, магния и железа.

По срокам хранения ягоды подразделяются на три группы: скоропортящиеся (земляника, малина, ежевика, черника), кратковременного (облепиха, крыжовник, смородина) и длительного хранения (клюква). Ягоды первой группы в неохлаждаемых условиях хранят 1...2 сут, в охлаждаемых хранилищах — 10...12 сут; ягоды второй группы — 3...7 и 15...30 сут соответственно; ягоды третьей группы — до 10 мес.

Ягоды, предназначенные для хранения, укладывают в ящики, ящики-лотки и корзины из щепы или шпона. Вместимость укладки ягод в одну упаковочную единицу зависит от культуры и составляет: для крыжовника — до 8 кг; смородины — до 6; малины, ежевики и земляники — до 3 кг. После уборки ягоды в таре устанавливают в тень и по мере формирования партий отправляют на вакуумное или воздушное предва-

рительное охлаждение. Данный прием снижает убыль массы продукции и повышает сохранность ягод на 7...14 сут.

Поступающие на хранение ягоды в ящиках размещают в штабеля высотой не более 5...6 шт., а корзины устанавливают на стеллажах или подтоварниках. Хранят ягоды при температуре $(0 \pm 1)^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха 90...95 %.

Основное условие снижения потерь ягод при хранении — создание оптимальных режимов. Так, ягоды малины и земляники восприимчивы к развитию плесеней, и поэтому их необходимо хранить при пониженных температурах. В обычных холодильниках срок хранения ягод не превышает 1 сут. Продолжительность хранения земляники (до 10...12 сут) обеспечивается быстрым охлаждением до промежуточной температуры с последующей регламентацией периода охлаждения до температуры $0...1^\circ\text{C}$. Увеличить продолжительность хранения земляники до 30 дней можно в регулируемой газовой среде. Для этого ягоды охлаждают до 0°C и за 12 ч создают газовый режим, содержащий 3 % O_2 , 10 % CO_2 и 87 % N_2 . Относительную влажность воздуха в камере поддерживают на уровне 95 %. Во время хранения газовую смесь продувают.

Смородина. Смородина в зависимости от окраски ягод подразделяется на черную, красную и золотистую. Самая распространенная — черная; красная и золотистая занимают небольшие площади насаждения. Красная смородина имеет красно- и белоплодные сорта (белая смородина), которые отличаются окраской ягод и имеют одинаковое анатомическое строение.

По назначению сорта смородины делят на десертные и консервные. Первые используются в пищу в свежем виде, а вторые предназначены для переработки на сок, варенье, джем, компоты и др.

По срокам созревания сорта смородины подразделяют на ранние и поздние. Лежкоспособность поздних сортов более выражена, чем ранних. Это объясняется повышенным содержанием сухих веществ и более дружным созреванием ягод и, следовательно, — однородностью закладываемой на хранение продукции.

У большинства сортов красной и белой смородины ягоды не осыпаются даже после полного созревания. Черная смородина созревает не одновременно, и происходит опадение поспевших ягод. Поэтому для реализации красную смородину убирают в один прием после созревания всех ягод, черную — в два приема, по мере созревания ягод.

Ягоды черной смородины, предназначенные для хранения, убирают кистями за 3...4 дня до наступления потребительской зрелости, причем зеленоватые ягоды дозревают и приобретают свойственную им окраску.

У черной смородины наиболее пригодны для хранения сорта Голубка, Семиреченская, Юбилейная, Голиаф, Лакстон, Неаполитанская. При температуре от 0 до -1°C и относительной влажности воздуха 70% смородина хранится до 1,5 мес. В газовой среде, содержащей 20...40% CO_2 , 4...5% O_2 и 55...56% N_2 , смородина хорошо хранится до 2 мес. Хорошо сохраняется смородина, предварительно охлажденная до температуры 0°C и упакованная в полиэтиленовые пакеты или контейнеры с МГС, содержащей 10% O_2 , 14% CO_2 и 79% N_2 .

Крыжовник. Крыжовник является широко распространенной ягодной культурой, особенно в средней полосе России. Ягода крыжовника состоит из плотной опушенной или покрытой восковым налетом кожицы и желеобразной мякоти, в которой распределены мелкие удлиненные семена. Окраска кожицы варьирует от зеленой до темно-красной и является сортовым признаком.

По назначению сорта крыжовника делятся на десертные и столовые. Ягоды десертных сортов отличаются крупным размером и приятным вкусом, способны дозревать и поэтому в основном используются для транспортирования и длительного хранения.

Основной признак спелости и оптимального срока съема крыжовника — это приобретение ягодами свойственной для сорта окраски. Нельзя допускать перезревания крыжовника, так как ягоды теряют упругую консистенцию, становятся рыхлыми и осыпаются. Поэтому десертные сорта, способные к дозреванию, убирают за 4...5 дней до наступления потребительской степени зрелости ягод.

Сложные ягоды. *Малина, ежевика и морошка* имеют общее строение и близки по химическому составу. Эти ягоды относятся к сложным, так как представляют собой соплодия, состоящие из множества сросшихся плодов, внутри которых находятся семена. Одна из характеристик сложных ягод, особенно малины, является рассыпаемость ягод на отдельные плодики, которые менее устойчивы к механическим воздействиям и слеживанию во время транспортирования и хранения.

Малину собирают многократно, по мере наступления съемной зрелости. Наилучший вкус и аромат малина приобретает при полном созревании, но при этом ягоды легко осыпаются и быстро теряют потребительские свойства. Для потребления в свежем виде сбор проводят через каждые 2...3 дня, когда ягоды легко отделяются от плодоножки, а для хранения — через 1...2 дня, когда ягоды приобрели светло-красный цвет. Срывать ягоды необходимо вместе с плодоножкой, что благоприятно сказывается на сохранности ягод.

Ложные ягоды. *Земляника* относится к основным ягодным культурам, выращиваемым в России. Встречается в культурном и дикорастущем

виде. Культурные сорта относят к подвиду земляники садовой крупноплодной. Плоды земляники являются ложными ягодами, потому что образуются из мясистого цветоложа, в углублениях которого расположены настоящие плодики.

Сорта садовой крупноплодной земляники делят на ранние, средние и поздние. Уборку ягод проводят через 1 день в сухую погоду после схода росы. Ягоды, предназначенные для хранения, собирают за 1...2 дня до полной спелости, когда они имеют твердую консистенцию мякоти и приобрели характерную для сорта окраску. Во время уборки ягоды кладут в две корзины (два разбора): в одну — для хранения, а в другую — для реализации или переработки. При сборе особенно тщательно собирают все спелые ягоды, в противном случае при последующих сборах перезревшие ягоды снизят качество всей продукции. Земляника первых сборов обладает большей устойчивостью к гнилям во время хранения, чем ягоды последних сборов.

Хранение винограда. Вкусовые и диетические качества ягод винограда определяются количественным и качественным составом органических и минеральных веществ.

Гроздь винограда представляет собой сложный объект хранения, поскольку ягоды на ней неоднородны и значительно отличаются по возрасту, объему, массе, химическому составу и сохраняемости. Ягоды у основания грозди имеют наиболее высокие товарные качества, содержат больше сахара и обладают хорошей лежкостью. На вершине грозди ягоды мельче, меньше накапливают сахара и хранятся хуже. В средней зоне грозди — занимают промежуточное положение по качеству. Убыль массы и общие потери ягод при хранении возрастают по мере продвижения к верхушке грозди. В верхней части грозди чаще начинается развитие и физиологических заболеваний.

Вкусовые и диетические качества винограда определяются количественным и качественным составом органических и минеральных веществ. Высокое содержание воды (80 %) в винограде обуславливает слабую устойчивость его к поражению микроорганизмами, а низкое содержание белков (0,4 %) отрицательно сказывается на водоудерживающей способности тканей и приводит к увяданию ягод во время хранения. Для винограда характерно высокое содержание сахаров (от 10 до 24 %), которые представлены в основном глюкозой и фруктозой. В начале хранения происходит увеличение сахаристости на 1...2 % за счет снижения содержания полисахаридов, дубильных веществ и за счет поступления сахара в ягоды из гребней. Через 20...35 дней хранения происходит интенсивное расходование сахаров на дыхание, и к концу хранения потери сахаров достигают 10...16 % от первоначального их содержания.

Ягоды винограда содержат от 3 до 7% органических кислот, придающих винограду освежающий вкус. Представление об изменении вкусовых достоинств винограда во время хранения дает сахарокислотный индекс — отношение сахаров к кислотам. Наиболее приятный вкус имеют сорта, сахарокислотный индекс которых составляет 2,5 и выше.

Одним из важных компонентов химического состава винограда является протопектин, который под действием фермента протопектиназы переходит в растворимый пектин. Повышенное содержание пектиновых веществ (1,3% и больше) является одним из признаков хорошей транспортабельности и высокой лежкости ягод винограда. При перезревании винограда под действием фермента пектинэстеразы пектин гидролизуется до пектиновой кислоты и метилового спирта, вызывающего потемнение ягод.

Кожица винограда содержит в основном клетчатку, которая плохо усваивается патогенными микроорганизмами и служит барьером на пути проникновения микробов внутрь ягод. Существует прямая зависимость между содержанием клетчатки в винограде и его устойчивостью при хранении. Аналогичная взаимосвязь отмечена между интенсивностью воскового налета ягод и их сохранностью.

Дубильные вещества, придающие ягодам винограда терпкий вкус, представлены катехинами и полифенолами. Лежкие сорта содержат повышенное содержание этих веществ.

В период вегетации в гроздьях винограда идет постоянный синтез органических веществ. После уборки синтетические процессы прекращаются и основными становятся процессы дыхания и испарения. Так как при этом потери запасных питательных веществ не компенсируются, происходит снижение товарных и пищевых достоинств винограда. Естественная убыль винограда во время хранения происходит в основном за счет испарения и зависит от температуры, газового состава и относительной влажности воздуха в хранилищах.

Виноград относится к скоропортящимся продуктам, но при оптимальных условиях может храниться 7...8 мес. без значительных количественных и качественных потерь.

На устойчивость винограда при хранении существенное влияние оказывает степень зрелости его во время уборки. Начинать уборку винограда, предназначенного для длительного хранения, необходимо, когда он по внешнему виду и питательной ценности достиг потребительской зрелости, но ягоды имеют еще достаточную плотность и прочно удерживаются на гребне. У созревшего винограда ягоды нормально развиты и имеют типичную для сорта окраску, а также аромат и восковой налет. Виноград, убранный недозрелым, при хранении быстро увядает

и имеет повышенную восприимчивость к плесневым грибам. Перезревший виноград также непригоден для хранения из-за высокого процента осыпаемости ягод.

Если позволяют условия вегетационного периода, то для хранения целесообразно заготавливать виноград, содержащий не менее 15...20 % сахара и 5,5...7,0 % титруемых кислот.

Уборку столовых сортов винограда проводят выборочно по мере созревания гроздей, расположенных в средней и верхней части лозы с солнечной стороны. Для хранения отбирают хорошо вызревшие рыхлые гроздья с прочным гребнем, крупными ягодами, покрытыми восковым налетом. Прикрепление ягод к плодоножкам должно быть прочное, кожица — без трещин, мякоть — плотная. Непригодны для хранения грозди загрязненные и пораженные грибковыми заболеваниями, а также слишком плотные, так называемые «качанки», которые плохо укладываются в тару.

Для хранения виноград убирают вручную, используя ножницы с тупыми концами или специальные секаторы, позволяющие снимать грозди с лозы и укладывать их в тару без прикосновения рук (чтобы не повредить на ягодах восковой налет, способствующий лучшей сохранности винограда). Убирать виноград можно только в сухую погоду, когда на ягодах высохла роса, и не ранее чем через 48 ч после окончания дождя. Прекращают поливы виноградников за две недели до сбора урожая.

Виноград укладывают гребненожкой вверх одним слоем в ящики № 1 или ящики-лотки № 5, выстланные бумагой. Перед укладкой просматривают каждую гроздь и вырезают ножницами с тупыми концами все пораженные, зеленые, раздавленные и дефектные ягоды.

Опыт виноградарских хозяйств показывает, что работу по сбору, сортировке и упаковке винограда целесообразно проводить небольшими звеньями, в которых сортируют и упаковывают виноград квалифицированные рабочие, а собирают и подносят к месту упаковки — подсобные рабочие. Расстояние от места сбора до места упаковки не должно превышать 100...150 м.

Сразу же после сортировки и укладки виноград перевозят в хранилище. Ящики-лотки устанавливают штабелем в 5...6 рядов по 15...20 шт. в высоту. Закрытые ящики № 1 устанавливают сплошным штабелем с одним проходом по осевой линии камеры.

В камерах емкостью около 50 т устанавливают температуру 7...10 °С и в течение 1...2 дней загружают виноград. После этого температуру постепенно снижают до 0...1 °С. В камерах емкостью более 50 т сразу создают оптимальный для хранения температурный режим и за 3...5 дней заполняют их предварительно охлажденным виноградом (в отдельной

камере с температурой около 0°C в течение 10...12 ч). Для борьбы с болезнями один раз в 10...15 дней сжигают серу из расчета 2...3 г на 1 м^3 помещения или подают из баллонов сжиженный сернистый ангидрид (4...5 г/ м^3). Вместо сжигания серы и сернистого ангидрида можно применять метабисульфит калия в виде порошка или таблеток — 15...20 г препарата укладывают в каждый ящик емкостью около 10 кг. В процессе хранения препарат разлагается, выделяя сернистый ангидрид. Тем самым в камере поддерживается оптимальная концентрация газа — из 1 г препарата выделяется 0,5 г сернистого ангидрида. Сульфитация винограда угнетает развитие плесневых грибов и задерживает перезревание ягод, что объясняется торможением ферментативных процессов, в частности деятельностью ферментов, катализирующих гидролиз протопектина и пектина.

Условия хранения большинства сортов винограда предусматривают температуру от 0 до -1°C . Виноград, содержащий менее 15 % сахаров, лучше хранится при температуре 1...2 $^{\circ}\text{C}$. Относительная влажность воздуха во время хранения 85...95 %. При влажности ниже 85 % начинается осыпание и увядание ягод, выше 95 % — массовое развитие болезней. В процессе хранения винограда проводят наблюдение за его качеством не реже 1 раза в 15 дней.

Продлить срок хранения винограда на 1,5...2 мес. позволяет применение камер с регулируемыми газовыми средами. Оптимальный состав газовой среды для различных сортов винограда неодинаков и колеблется по CO_2 от 3 до 8 %, O_2 — около 5 %, N_2 — 87...92 %.

При появлении загнивших ягод во время хранения винограда всю партию реализуют. Переборку винограда не проводят; снимают с хранения и реализуют после того, как отходы его составят 5...10 %.

Во избежание резких колебаний температур в хранилище виноград отпускают только через экспедиционную камеру. При этом важно постепенное обогривание винограда, чтобы не допустить конденсации атмосферной влаги на поверхности ягод.

Хранение плодов цитрусовых культур

Незначительная часть потребности населения России в цитрусовых плодах покрывается за счет отечественного производства, а часть за счет импорта апельсинов, лимонов и грейпфрутов. В связи с этим продолжительность хранения цитрусовых небольшая и не превышает 3...4 мес., хотя лежкость некоторых видов может достигать 5 мес.

Цитрусовые плоды объединяют в несколько десятков видов, произрастающих в субтропических районах. Промышленное значение имеют

апельсины, мандарины, лимоны, грейпфруты, цитроны, помпельмусы и бигардии. В России первое место по производству плодов принадлежит мандаринам, второе — лимонам, третье — апельсинам. В небольших количествах выращиваются грейпфруты и цитроны.

Плод цитрусовых покрыт околоплодником, состоящим из двух слоев. Наружный слой (флаведо) окрашен и содержит эфирные масла, придающие аромат плодам, а внутренний белый, рыхловатый слой (альбедо) прилегает к мякоти, состоящей из 8...14 долек. В центре мякоти расположена несъедобная сердцевина белого цвета. Наиболее плотно прикреплена кожура у лимонов, наименее — у апельсинов и мандаринов. При перезревании мандаринов происходит отслаивание мякоти от кожуры и ухудшается сохранность плодов. При хранении плодов при низкой относительной влажности воздуха происходит их усыхание, плод становится твердым и малосъедобным и уменьшается в объеме.

Биологическая ценность цитрусовых плодов заключается в повышенном содержании сахаров, эфирных масел и витамина С (табл. 6).

Таблица 6

Химический состав цитрусовых плодов, %

Культура	Вода	Сахара	Кислоты	Пектин	Эфирные масла, мг%	Витамин С, мг%
Апельсины	87	6,8	1,4	0,8	1,5	68
Лимоны	87	1,9	6,5	5,0	1,2	156
Мандарины	89	7,5	1,1	0,5	2,1	61
Грейпфруты	88	5,3	2,2	0,7	4,2	50

Распределение веществ в мякоти и кожуре неодинаково. В кожуре содержатся эфирные масла и гликозиды, которые отсутствуют в мякоти. В состав эфирных масел входит в основном лимонен. Горький вкус цитрусовым придают флавоноидные гликозиды: гесперидин, неогесперидин и нарингин.

Апельсин — один из лучших по вкусовым и диетическим качествам плод. Признаками помологических сортов апельсина служат окраска кожуры и мякоти, форма плода, характер кожуры, сочность мякоти и ее вкус. По этим признакам апельсины подразделяются на обыкновенные, корольки и пупочные.

Признаками помологических сортов **лимонов** являются форма и размер плода, толщина и окраска кожуры, состояние поверхности, сочность, вкус и аромат, наличие семян.

Мандарины отличаются от других цитрусовых меньшими размерами, массой и тонкой, гладкой кожицей. Признаками помологических сортов служат величина плодов, их форма, толщина и окраска, количество долек, строение мякоти, ее вкус и аромат, наличие семян.

Грейпфруты — это гибриды апельсина и помпельмуса. Плоды на дереве расположены кистями по 4...12 шт., напоминающими виноградную гроздь. Грейпфруты отличаются своеобразным кислым вкусом с горьковатым привкусом, который придает им нарингин.

Плоды всех цитрусовых культур обладают способностью дозревать при хранении. Цитрусовые убирают в степени съемной зрелости, основными внешними признаками которой является размер плодов и окраска кожицы.

В субтропических районах России вначале созревают мандарины, сбор которых проводят выборочно в октябре-декабре (в зависимости от погодных-климатических условий года). Значительно позже поспевают апельсины и лимоны, которые убирают в декабре-январе.

К уборке мандаринов приступают, когда плоды достигнут размера, присущего сорту, и приобретут светло-оранжевый или светло-желтый цвет. Плоды апельсинов снимают, когда кожура их становится светло-оранжевой или оранжевой. Допускается сбор плодов мандаринов и апельсинов с небольшой прозеленью.

Лимоны более чувствительны к воздействию низких температур, и поэтому в нашей стране уборку плодов начинают до наступления ими съемной зрелости при светло-желтой, светло-зеленой и даже зеленой окраске. В некоторых южных странах с развитой культурой цитrusоводства продолжительность уборки лимонов достигает 6...8 мес. (в зависимости от конъюнктуры рынка). Это объясняется особенностью роста и развития деревьев — они заключаются в непрерывном цветении и созревании плодов. Плоды некоторых сортов лимона обладают способностью после созревания оставаться на дереве в течение двух лет, не опадая и практически не изменяя первоначального качества.

После съема плоды подвергают товарной обработке: сортируют по качеству, калибруют и упаковывают на упаковочных пунктах или заводах с использованием средств механизации.

В соответствии с требованиями нормативно-технической документации плоды цитрусовых должны быть свежими, чистыми, без механических повреждений, а также без повреждений вредителями и болезнями, нормально окрашенные, с отпавшей, но не вырванной плодоножкой.

После сортирования по качеству плоды калибруют по размерам (по наибольшему поперечному диаметру) на пять категорий (табл. 7).

Таблица 7

Калибровка цитрусовых по наибольшему поперечному диаметру, мм

Категория	Мандарины	Апельсины	Лимоны
I	65 и более	77 и более	70 и более
II	От 60 до 64	От 71 до 76	От 60 до 69
III	От 54 до 59	От 63 до 70	От 51 до 59
IV	От 48 до 53	От 55 до 62	От 45 до 50
V	От 38 до 47	От 50 до 54	От 42 до 44

Плоды (не более 20 кг) упаковывают в деревянную или картонную тару, дно и стенки которой выстилают оберточной бумагой. В каждом ящике должны быть плоды одного помологического сорта и одной размерной категории. Каждый плод заворачивают в бумагу (за исключением мандаринов V категории) для снижения инфекционного заражения и замедления процессов увядания, что ведет к повышению сохранности и снижению потерь при хранении. Лучшие результаты сохранности плодов получают, используя антисептические растворы для пропитки оберточной бумаги.


Длительное хранение цитрусовых проводят в охлаждаемых фруктохранилищах. Если планируется хранение лимонов в зимнее время, то камеры оборудуют системой обогрева. Для непродолжительного хранения цитрусовых в весенне-осенний период можно использовать плодохранилища без искусственного охлаждения. В камерах фруктохранилища ящики устанавливают штабелями в высоту до 5 м.

Плоды цитрусовых культур хранят при температуре выше 0 °С, так как при более низкой температуре развивается физиологическое заболевание (крапчатость), снижается качество плодов и они не дозревают.

Наиболее высокую температуру поддерживают при хранении лимонов, низкую — мандаринов; апельсины занимают промежуточное положение. Повышенную температуру устанавливают для незрелых плодов, а пониженную — для зрелых (табл. 8).

Продолжительность совместного хранения плодов разных видов и степеней зрелости не допускается. Относительная влажность воздуха в хранилище должна быть в пределах от 80 до 90%; она зависит от культуры и степени зрелости. Опасно превышение оптимальной влажности воздуха при хранении незрелых плодов — это приводит к развитию голубой и зеленой плесени цитрусовых.

При оптимальных условиях мандарины и грейпфруты хранятся без значительных изменений в течение 2...3 мес., апельсины — 3...4, ли-


Режимы хранения цитрусовых плодов

Культура	Окраска кожуры	Температура, °С	Относительная влажность воздуха, %
Мандарины	Желтые и оранжевые	2...3	85...90
	Желтые с прозеленью	4...5	82...85
Апельсины	Желтые и оранжевые	4...5	90...95
	Желтые с прозеленью	6...7	85...90
Лимоны	Желтые	6...7	80...85
	Зеленые	8...10	80...85
Грейпфруты	Желтые	6...7	85...90
	Светло-желтые	9...11	80...85

моны — 4...5 мес. Продлить срок хранения лимонов до 6 мес. можно в РГС, содержащей 0 % CO₂, 10 % O₂ и 90 % N₂, при температуре 10 °С.

Для ускорения дозревания цитрусовых применяют этилен. Например, зеленые лимоны при повышенной температуре (15...16 °С) дозревают в течение 15...20 дней, а при обработке этиленом в дозе 10 мг на 1 дм³ воздуха — за 4...5 дней.

Контрольные вопросы


1. Какие факторы влияют на сохранность яблок?
2. На какие группы делятся сорта яблок по устойчивости к отрицательным температурам?
3. Особенности хранения яблок в холодильных камерах.
4. По каким признакам определяется съемная зрелость яблок?
5. Правила съема и упаковки яблок во время уборки.
6. Технология хранения яблок в РГС и МГС.
7. Какой режим хранения устанавливают для хранения груш?
8. Особенности хранения винограда.
9. Технология хранения плодов косточковых культур, ягод и цитрусовых.

ХРАНЕНИЕ ЛУБЯНЫХ КУЛЬТУР

Характеристика лубяных растений

Лубяные культуры возделывают для получения растительных волокон, которые являются сырьем для производства различных тканей и материалов. Кроме волокна, большинство прядильных растений дают семена, в которых содержится масло, используемое как для пищевых, так и для технических целей. К числу лубяных растений относятся: конопля, лен, джут, кенаф, хлопчатник и др. В России возделывают в основном коноплю и лен-долгунец.

Растения **конопли** относятся к семейству коноплевые — Cannabaceae. Различают три вида конопли: конопля обыкновенная — *Cannabis sativa*, которая используется для получения волокна и семян; индийская — *Cannabis indica*, выращиваемая в Индии и Иране для получения наркотических веществ; сорная — *Cannabis ruderalis*, сорняк, распространенный в основном в Сибири и Поволжье.

Производственное значение имеет конопля обыкновенная, которая подразделяется на географические группы: северная, среднерусская и южная.

Северная группа растений конопли отличается скороспелостью, тонкостебельностью и низкорослостью (длина стебля 50...80 см). Урожай волокна растений невысокий, и поэтому хозяйственное значение этой группы незначительное.

Среднерусская группа занимает среднюю полосу (51...57° северной широты) как азиатской, так и европейской части России. Растения конопли этой группы характеризуются высотой от 1,25 до 2,0 м; они высокоурожайные и среднеспелые.

Южная группа довольно широко распространена и является наиболее ценной в практическом отношении. Растения этой группы высокостебельны (до 3...4 м) и высокоурожайны по волокну.

По своей природе конопля является двудомным растением. Растения с мужскими цветками называются посконью, а с женскими — матеркой. В популяции количество мужских и женских растений одинаково. В настоящее время селекционерами выведены сорта однодомной южносозревающей конопли под названием ЮСО.

Стебель коноплянного растения представляет наибольший интерес с точки зрения хозяйственной ценности этой культуры. На высоту и диаметр стебля оказывает большое влияние агротехника и климатические условия выращивания.

Лен (*Linum*) объединяет около 230 видов травянистых растений семейства льновые (*Linaceae*), распространенных в умеренных и субтропических поясах. В России их встречается около 40 видов, но возделывают в основном лен культурный — *Linum usitatissimum*, который делится на 5 подвидов.

Евразийский подвид является самым распространенным и подразделяется на четыре группы разновидностей: долгунец, межеумок, кудряш и стелющийся.

Долгунец достигает высоты 70...120 см; формирует прямой неветвящийся стебель и возделывается в основном на волокно в Нечерноземной зоне России.

Межеумок возделывается на масло и для получения грубого волокна в ЦЧР, Поволжье и на Северном Кавказе. Представлен одно- или двухстебельными растениями высотой 50...70 см.

Кудряш выращивают для получения масла в степной части Северного Кавказа. Сильноветвящиеся растения отличаются небольшой высотой (20...30 см) и крупными семенами.

Стелющийся лен представлен полуозимыми формами. До цветения растения стелются по земле.

Основная ценность в стебле льна — волокнистые пучки, которые состоят из элементарных волоконцев (удлиненных трубчатых клеток), склеенных между собой пектиновыми веществами. Стебли — основная продукция льна-долгунца, составляющая 75...80% урожая биомассы.

Уборка льна и конопли

Важным фактором, влияющим на качество льноволокна, является срок уборки. Созревание льна длится 18...20 дней. Различают зеленую, раннюю желтую, желтую и полную (твердую) спелость.

Зеленая спелость наступает вслед за окончанием цветения. Стебли и плоды в это время еще зеленые. Желтеют только листья в нижней части растений: семена не всхожие. Волокно тонкое, и его можно использовать только для изготовления кружев.

Ранняя желтая спелость наступает через 5...7 дней поле зеленой. В это время нижние листья осыпаются, остальные становятся желтыми. Волокно обладает наилучшими качествами.

Желтая спелость бывает через 6...7 дней после ранней желтой. При этом коробочки буреют и все листья, за исключением верхних, осыпятся. Качество волокна немного ухудшается.

При *полной (твердой) спелости* волокно получается низкого качества, но в это время убирают семенные участки.

В настоящее время лен на волокно убирают с подсушиванием на корню десикантами в фазу ранней желтой спелости. Разрешены к применению такие препараты, как баста — 14 % водного раствора (в.р.) в дозе 2...2,5 л/га и глиалка — 36 % в.р. в дозе 2,5 л/га. После десикации уборку начинают через 10...14 дней.

В зависимости от целей культуры льна применяют различные сроки уборки. Наиболее эффективна уборка льна на волокно в раннежелтую спелость. Волокно к этому времени вполне сформировалось и обладает хорошими свойствами: незагрубевшее, мягкое и достаточно крепкое. В зеленую спелость убирают лен для получения нежного волокна, которое используют для производства батиста и кружев.

Уборка льна должна проводиться в сжатые сроки (не более 6...7 дней). Увеличение сроков уборки ведет к разнокачественности волокна, что затрудняет дальнейшую обработку сырья.

В настоящее время применяется раздельная уборка льна и прямое комбайнирование.

Раздельная уборка льна применяется в южных районах льносеяния с сухой продолжительной осенью. Она включает теребление льна машиной ТЛН-1,5А с расстилом необмолоченной соломы в ленты для просушки. Сухую солому подбирают с одновременным обмолотом семян льноподборщиком ЛМН-1. Обмолоченные стебли расстилают на поле для вылежки или скатывают в рулоны и отправляют на заводы для дальнейшей переработки.

Прямое комбайнирование льна можно проводить по двум вариантам. По первому варианту лен убирают комбайном ЛК-4 с расстилочным щитом. Он теребит лен и одновременно очесывает коробочки. Льянную солому оставляют ровной лентой на поле до получения тресты методом росяной мочки.

Солома под воздействием микроскопических грибов, разлагающих лубяные вещества лубяной паренхимы, меняет цвет и превращается в тресту (состояние соломы, когда волокно легко выделяется из стебля). Наиболее благоприятные условия для росяной мочки складываются, когда стоит теплая погода, а по ночам выпадают обильные росы. В этом случае мочка заканчивается за 20...25 дней. Для улучшения росяной мочки солому периодически переворачивают оборачивателем стеблей льна ОСН-1.

Подъем готовой тресты и вязку ее в снопы проводят подборщиком ПТН-1, когда волокно становится эластичным, светлым, крепким и легко отделяется от древесины.

Для более эффективного использования труда и средств производства применяют рулонную технологию, по которой рулонные пресс-подборщики ПРП-1,6 поднимают тресту или солому, закатывают ее в рулоны диаметром 1...1,2 м и массой 140...200 кг и в таком виде отправляют на заводы.

По второму варианту прямого комбайнирования лен теребят комбайном, семена в виде сырого вороха отправляют на сушилку, а солому расстилают на поле и после высушивания связывают в снопы или рулоны и вывозят на завод для переработки, где выделяют волокно промышленными способами.

Сроки уборки конопли на зеленец (волокно) совпадают с началом созревания семян. Для удаления листьев применяют дефолианты: пуривел, 80 % смачивающего порошка (с. п.) в дозе 7,5 кг/га, и хлорат магния, 60 % растворимого порошка (р. п.) Дефолиацию проводят за 10...15 дней до уборки с помощью авиации. После усыхания листьев (через 7...12 дней) коноплю скашивают коноплежаткой ЖСК-2,1.

Солому подбирают с одновременной вязкой в снопы диаметром 15...25 см подборщиком конопли ПКВ-1. Тюки диаметром 1 м формируют из снопов и отвозят к месту мочки или скирдования. Применяется и рулонная подборка стланцевой тресты зеленцово-вой конопли.

При использовании конопли на семена и волокно уборку проводят прямым комбайнированием и раздельно.

Раздельную уборку начинают, когда 50...60 % семян приобретут бурю окраску. Стебли срезают жаткой ЖСК-2,1, укомплектованной вязальным аппаратом. Снопы ставят в суслоны (по 15...20 шт.) или бабки (по 4...8 шт.). После высушивания через 6...7 дней снопы обмолачивают молотилкой МЛК-4,5А, которая перетирает ворох и очищает семена от примесей.

Прямое комбайнирование проводят с предварительной десикацией посевов хлоратом магния при побурении 50...60 % семян. Убирают коноплю через 6...8 дней комбайном ККУ-119, который обмолачивает семена, вяжет стебли в снопы и сбрасывает на землю. Снопы, по необходимости, сушат в бабках или отправляют на завод.

Показатели качества и первичная обработка конопли

По требованиям нормативно-технической документации сырье для производства волокна разделяют на солому и тресту конопляную.

Солома конопляная — это сухие стебли семенных и зеленцовых посевов. В зависимости от длины и диаметра стеблей, выхода и изнашиваемости волокна солому подразделяют на отборный, I, II и III сорта. Солома должна иметь выход волокна не менее 13 %, изнашиваемость — не более 75 %, влажность — не более 25 % в осенний период и не более 33 % в зимний. Конопляная солома должна быть связана в снопы диаметром 15...25 см с комлями в одну сторону. Приемку соломы на заводе проводят партиями, в которых стебли должны быть однородными по сортам и срокам уборки.

К **тресте конопляной** относят стебли, у которых свободно отделяется волокно (луб). В зависимости от способа получения тресту подразделяют на моченцовую и стланцевую. На сорта (такие же, как и для соломы) тресту классифицируют в зависимости от выхода, делимости, изнашиваемости волокна и длины стеблей. Треста должна иметь выход волокна не менее 5 %, изнашиваемость — не более 95 %, влажность стеблей — не более 33 %, содержание посторонних примесей и сорняков — не более 15 %. Треста должна быть связана в снопы диаметром 20...25 см. В России распространены следующие способы получения тресты: биологический, пропаривание стеблей под давлением и химический.

Биологический способ. Основан на вымочке стеблей конопля в емкости с водой (в результате получают моченцовую тресту) или на вымочке под влиянием росы с получением стланцевой тресты.

Биологический способ основан на деятельности бактерий, которые разрушают пектиновые вещества, соединяющие луб с древесиной. В мочильные емкости стебли загружают из расчета 60...65 кг на 1 м³ воды и выдерживают в течение 6...8 дней (при температуре воды 20...22 °С) или 30 дней (при температуре 6...8 °С).

Стланцевая конопля получается в результате росяной мочки в поле. При этом способе разрушение пектина происходит под действием микроскопических грибов, которые быстро развиваются при температуре 15...20 °С и относительной влажности воздуха не менее 60 %. Продолжительность росяной мочки 30...40 дней.

Хорошо вымоченная треста имеет серый или темно-серый цвет; волокно отделяется от древесины в виде сплошных лент.

Пропаривание стеблей под давлением. При этом способе пропаренные паром стебли конопля размягчаются, и волокно легко отделяется от древесины. Паренцовое волокно относительно грубое, жесткое, имеет слабую разрывную силу и изгибоустойчивость.

Химическая мочка. Осуществляется в емкостях с водой с добавлением слабых растворов щелочей или кислот с различными добавками,

ускоряющими процесс разрушения пектина. Этот способ относительно дорог, но его применение оправдывается высоким качеством получаемого волокна.

Конопляное волокно (пенька трепаная) в зависимости от качества делится на номера и характеризуется следующими показателями: внешний вид, прочность, тонины, содержание лапы (плотная, труднорасщепляемая часть волокна, получаемая с комлевых участков стебля). По внешнему виду волокно должно быть светло-желтого, светло-зеленого или светло-серого цвета.

Первичная переработка льна



Льняную продукцию сдают на завод в виде тресты, обмолоченной соломы или длинного и короткого волокна.

Льняную солому подразделяют на номера в зависимости от цвета, горстевой длины, содержания луба, диаметра стеблей и разрывного усилия. Горстевая длина соломы должна быть не менее 60 см, содержание луба — не менее 20%. Влажность льносоломы должна быть не более 25%. Солома должна быть связана в снопы диаметром 17...25 см или в рулоны диаметром не менее 130 см. Номер соломы льна определяют по сумме показателей качества.

Льняную тресту в зависимости от массовой доли в ней волокна, крепости, горстевой длины, пригодности, цвета, отделяемости и диаметра стеблей подразделяют на 11 номеров. Влажность льняной тресты должна быть не более 19%, засоренность — не более 5%. Горстевая длина должна быть не менее 41 см, выход волокна — не менее 11%, пригодность — не менее 0,5. Треста должна быть связана в снопы диаметром не менее 17 см.

Для трепаного волокна установлено 13 номеров по следующим показателям качества: тонины (поперечное сечение волокна); гибкость (величина прогиба в мм); добротность, определяемая прядением волокна; прочность (усилие на разрыв) и прядильная способность (зависит от прочности, гибкости и тонины волокна).

Для получения тресты из льняной соломы применяют следующие способы: биологический, физико-химический и химический.

Биологический способ получения льняной тресты, так же как и для получения конопляной, основан на действии микроорганизмов.

На заводах по первичной обработке соломы применяют способ водяной мочки, который проходит в три фазы. Продолжительность мочки зависит от температуры воды: 3...4 сут при температуре 35...40 °С; 6...8 сут — при 20...25 °С и 16...20 сут — при 10 °С.

Качество волокна и его выход зависят от жесткости воды, особенно от содержания солей железа, а также от химических или биологических ускорителей.

Физико-химический способ основан на пропаривании льняной соломы в автоклавах при температуре 140 °С и повышенном давлении, в результате чего происходит гидролиз пектиновых веществ и вымывание их из стебля.

Химический способ состоит в непрерывном прохождении слоя льняной соломы через ванны, заполненные растворами кальцинированной соды или кислоты.

На выход волокна из тресты влияет влажность сырья, поэтому необходимо провести сушку тресты до 12 %. Существует два способа сушки — естественная (воздушно-солнечная) и искусственная. Естественную сушку проводят, когда стоит сухая, солнечная погода. Снопы тресты расставляют на поле в воде конусов.

Для искусственной сушки используют калориферные камерные сушилки, в которых через слой тресты продувают агент сушки. Недопустимо пересушивание тресты, т. к. из такого сырья получается хрупкое и грубое волокно и снижается его выход.

После сушки тресту выдерживают в течение 24 ч до переработки. Во время отлежки происходит перераспределение влаги, волокнистая часть приобретает эластичность, а древесина остается более сухой и легко разрушается на мяльных машинах.

Хранение соломы и тресты

Высушенную солому или тресту связывают в снопы или закатывают в рулоны и закладывают на хранение в скирды или хранилища, оборудованные установками активного вентилирования.

Скирды формируют с прямоугольным или круглым сечением в сухом неподтопляемом месте. Оптимальные размеры прямоугольной скирды (в м): ширина 5...6, длина 12...15, высота 7...8. Снопы укладывают комлями наружу. Сверху скирду укрывают водонепроницаемым материалом.

Во время хранения соломы и тресты в хранилищах ведут наблюдения за температурой и влажностью снопов или рулонов.

Контрольные вопросы

1. Характеристика лубяных культур.
2. Как влияет степень зрелости на срок уборки льна и конопли?

3. Какие десиканты или дефолианты используют на посевах льна и конопли? Укажите нормы расхода.
4. Назовите способы уборки конопли и льна.
5. Какие способы существуют для приготовления тресты?
6. Способы хранения соломы, тресты и волокна.
7. Какие показатели качества определяют для соломы и тресты лубяных культур?



Глава 28.

ХРАНЕНИЕ И ПОСЛЕУБОРОЧНАЯ ОБРАБОТКА ТАБАЧНОГО СЫРЬЯ



Ботаническая и биологическая характеристика табачного сырья

Табак используют в виде курительных изделий, а также для получения никотина. В настоящее время для промышленных целей табак выращивают во многих странах мира, за исключением расположенных выше 55° северной параллели, где недостаточно тепла для развития этой культуры.

Мировое производство табачного сырья составляет более 6 млн т в год, сигарет и папирос — 5000 млрд шт., сигар — 7 млрд шт., курительного табака — 75 тыс. т.

В России из табачного сырья на фабриках производят главным образом сигареты, папиросы и резаный табак, в незначительном количестве — сигары и трубный табак.

Каждый вид табачного изделия строго стандартизирован и изготавливается из смеси табачного сырья разных типов, компоненты которой создают «букет» табачных изделий. Под типом табака понимают совокупность признаков табачного сырья, только ему свойственных.

Типы табачного сырья различаются по качеству — ассортименту (от низшего до высшего). Качество табачного сырья обусловлено сортом табака, природными условиями, агротехникой и приемами послеуборочной обработки листьев. Экологические и агротехнические условия и послеуборочная обработка табака являются ведущими в формировании типа и качества табачного сырья.

Табак (*Nicotiana tabacum*) принадлежит к роду *Nicotiana*, семейства пасленовых (*Solanaceae*). Род *Nicotiana* включает более 70 видов, из которых табак (*N. tabacum*) и махорка (*N. glauca*) являются культурными видами и выращиваются для производства курительного сырья.

Табак относится к однолетним растениям, но в безморозных районах и в искусственных условиях может вегетировать в течение двух лет и больше, образуя ежегодно новые побеги. Растения табака отличаются большим многообразием форм, что связано со сложным гибридным

происхождением и постоянно идущими процессами изменчивости в результате мутаций и искусственным отбором в различных экологических условиях.

Признаками различных форм и сортов табака являются толщина, плотность и эластичность ткани пластинки листа, которые обусловлены анатомической структурой листа. Агротипы восточной папиросной группы, сформировавшиеся в условиях жаркого сухого климата, отличаются толстыми листьями с мелкоклеточной тканью компактной структуры, с уменьшенными межклетниками и усиленно развитой проводящей системой. Хорошо различимы по анатомической структуре листьев сортотипы, а также сорта в пределах сортотипа. Значительные различия наблюдаются в анатомическом строении разноярусных листьев одного и того же растения. По мере продвижения вверх по стеблю постепенно усиливается жилкование листьев, уменьшается величина клеток эпидермиса, палисадной и губчатой паренхимы, но увеличивается толщина клеточных оболочек; возрастает количество устьиц, но уменьшается их размер; усиливается опушенность, но уменьшаются размеры волосков; усиливается восковой налет и смолистость.

Толщина листовой пластинки листа в пределах видов табака колеблется в пределах от 200 до 400 мк. Наибольшую толщину листья приобретают в период созревания. Анатомическая структура листьев табака изменяется в зависимости от условий выращивания растений. Окраска листа сильно варьирует от желто-зеленой до темно-зеленой и является важнейшим типовым и сортовым признаком. Окраска листьев также зависит от экологических условий выращивания табака.

Сорта желтолистных табаков делят на три группы: восточные, крупнолистные и сигарные. Первые две группы делят на скелетные и ароматические, а крупнолистные бывают только скелетные. Ароматические табаки обладают повышенной душистостью дыма и служат для сдобривания табачной массы скелетных табаков. Скелетное сырье служит основным материалом (скелетом), заполняющим объем папиросы или сигареты. По вкусовым качествам скелетные табаки дают нейтральное сырье, то есть не обладающее явно выраженным ароматом и полнотой вкуса.

Сигарные табаки по способу выращивания подразделяют на табаки тяжелого типа, которые выращивают в открытом грунте, и легкого типа, выращиваемые в условиях затенения.

В настоящее время в мире выращивают три типа табака: Бэрлей, Вирджиния и Восточный, подразделяющиеся на сорта. Всего известно более 100 сортов. Сорта табака, выращиваемые в странах СНГ, подразделяются на сортотипы (ГОСТ Р 52463–2005): Американ, Дюбек, Остролист, Самсун, Соболецкий и др.

Химический состав вызревших листьев табака представлен водой (80...85 %) и сухими веществами (15...20 %), в состав которых входят углеводы (6...7 %), белки (6...9 %), эфирные масла, никотин и другие соединения.

Табачное сырье оценивается по четырем категориям признаков: товароведческим, технологическим, химическим и дегустационным. Совокупность всех признаков составляет курительные достоинства табачного сырья.

Товароведческие признаки включают в себя в основном органолептические показатели — окраску, плотность, эластичность, прочность ткани и др.

Желтая и оранжевая окраска присуща желтым папиросно-сигаретным табакам, а коричневая — сигарным типам. Курительные достоинства табака в большей степени зависят от наличия зеленых оттенков листьев и их интенсивности. Сырье высших сортов не имеет зеленых оттенков или они слабо выражены и исчезают при ферментации.

Плотность ткани листа характеризует отношение массы ткани листа к ее объему и выражается в $[г/см^3]$. Ткань листа может быть плотной, среднеплотной и рыхлой. Плотные листья по вкусу обычно бывают более крепкими и ароматными, чем рыхлые. Слишком плотные листья часто обладают грубым вкусом.

Высококачественные сорта табака имеют хорошую эластичность (способны растягиваться без разрыва). На качество табачного сырья существенное влияние оказывает прочность ткани — способность листа противостоять разрыву. По этому показателю листья могут не разрываться и не растягиваться (так называемые кожистые листья), растягиваться, но не разрываться и очень легко разрываться. Кожистость ткани листа, как и слабая сопротивляемость разрыву, — отрицательные признаки качества табака. Листья ароматического качественного табака имеют повышенную смолистость, то есть способность слипаться между собой.

Кроме основных признаков, на качество табака оказывают влияние и другие внешние признаки — характер поверхности пластинки (шелковистая, гладкая, шероховатая), маслянистость, поврежденность листьев болезнями и вредителями.

Технологические признаки непосредственно связаны с технологией переработки табачного сырья. К ним относятся: величина листьев, процент главной жилки, материальность, объемный вес.

По величине листьев табаки делят на мелколистные (до 20 см в длину), среднелистные (20...30 см) и крупнолистные (свыше 30 см). По соотношению веса главной жилки и мякоти листа табаки подразделяют

на тонкожилые, содержащие до 18 % главной жилки, среднежилые — от 18 до 24 % и толстожилые — до 36 %.

Табачное сырье с объемным весом $0,66 \text{ г/см}^3$ и выше обладает повышенной плотностью, от $0,65$ до $0,48$ — средней плотностью и ниже 47 г/см^3 — пониженной плотностью. Чем ниже объемный вес, тем экономичнее сырье и больше табачных изделий можно получить с единицы веса.

Качество табака зависит от содержания *химических веществ*: никотина, свободных оснований, белков, общего азота, аммиака, углеводов, полифенолов, органических кислот, смол, эфирных масел, золы и др. Количество и соотношение этих веществ в листьях табака характеризуют качество табачного дыма и определяют курительные достоинства табачного сырья. Каждый компонент химического состава табака в комплексе с другими веществами имеет специфическое значение.

К *дегустационным*, или курительным, свойствам табака относятся: физиологическая крепость, вкусовая крепость, резкость, аромат, вкус и др.

Физиологическая крепость выражается в действии алкалоидов на возбудимость нервной системы курящего. Этот показатель зависит от содержания алкалоидов: никотина, анабазина и норникотина. Главным действующим началом физиологической крепости табака является никотин, т. к. содержание других алкалоидов в табаке незначительно. По содержанию никотина табачное сырье подразделяется на низконикотинное (до 1 %); средненикотинное (2 %) и высоконикотинное (выше 2 %). Сигарные сорта табака содержат от 3 до 4,5 % никотина.

Вкусовая крепость выражается в действии комплекса веществ табачного дыма на полость рта и дыхательные пути курящего, которая может ощущаться слабо, средне и сильно. Вкусовая крепость вызывается аммиаком, кислотами и некоторыми другими веществами и тесно связана с физиологической крепостью.

Аромат дыма обусловлен сложным комплексом химического состава табака, главным образом эфирными маслами и смолами. Аромат, ощущаемый в листьях табака, обусловлен содержанием эфирных масел и называется душистостью. Аромат дыма табака, вызываемый главным образом смолами, называют ароматичностью и оценивают по интенсивности (сильный, средний, слабый) и качеству (по степени приятности или неприятности).

Вкус является основным и сложным показателем, обусловленным сочетанием всех признаков качества табака. Установлена прямая зависимость вкусовых достоинств табака от количества растворимых углеводов и обратная — от количества белков в табаке. Поэтому при-

нято выражать качество табака отношением содержания растворимых углеводов к содержанию белков. Углеводно-белковое отношение (число Шмука) является общепризнанным показателем оценки качества табака по его химическому составу. Углеводно-белковое отношение варьирует от сотых долей единицы у низкокачественных табаков до трех и выше у высококачественных.

Косвенное влияние на качество оказывает зольность табака, определяющая степень сгорания. Повышенное содержание золы ведет к образованию продуктов неполного сгорания, понижающих вкусовые достоинства табака.

В зависимости от качественных признаков табак подразделяют на четыре товарных сорта. Основные признаки, позволяющие отнести табак к тому или иному сорту, следующие: ярус ломки, зрелость, цвет, степень поврежденности болезнями и вредителями, механические повреждения и др.

Базисная влажность неферментированного табачного сырья установлена с учетом сортотипов и районов произрастания и не должна превышать 19...21 %.

Уборка и послеуборочная обработка табака

К уборке табака приступают, когда листья приобретают технологическую спелость. Признаки технологической спелости листьев проявляются не сразу, а в течение более или менее продолжительного времени — 3...4 дня и более. Начало технологической спелости определяют по внешним признакам листьев. В это время окраска листьев табака становится более светлой и матовой. У вершины и по краям появляется желтизна, главная жилка светлеет. Лист становится более плотным и покрывается смолистым налетом; появляется запах смолы. Края листа отгибаются книзу, лист легко отделяется от стебля с характерным хрустом.

Созревание листьев начинается с нижних ярусов. Листья снимают с растений по мере их созревания в несколько приемов (ломок). Листья средних ярусов являются наиболее ценными, т. к. имеют хорошую структуру ткани и накапливают наибольшее количество органических веществ, которые обуславливают хорошие физические свойства ткани. Эти листья хорошо вытмвливаются, и из них получается сырье высших товарных сортов.

Листья убирают с учетом их созревания через 10...12 дней, укладывают в тару для перевозки сырья и отправляют на табачно-ферментационные заводы или фабрики для проведения послеуборочной, или

первичной, обработки сырья. Первичная обработка сырья включает следующие технологические операции: сушка, формирование партий, ферментация, подсушивание, сортировка и прессование в кипы, хранение.

Процесс *сушки* состоит из двух фаз — томления и фиксации. Для более эффективной сушки листья табака вручную или с помощью низально-пришивальных машин нанизывают на шнуры.

Основной этап сушки табака — это томление. В результате этого процесса происходит гидролиз крахмала, белка, распад хлорофилла, теряется сухое вещество и в конечном итоге улучшается качество табачного сырья. Продолжительность фазы томления зависит от температуры и относительной влажности воздуха окружающей среды. Поэтому в томильном отделении поддерживают температуру воздуха 25...32 °С, а относительную влажность — 80...85 %.

Вторая фаза сушки — фиксация — получила свое название потому, что в результате происходящих процессов закрепляется цвет, который табачное сырье приобретает после томления. Кроме того, при сушке происходит изменение химического состава и водно-физических свойств листьев табака.

Существующие в настоящее время способы сушки табака можно объединить в две группы: сушка без искусственного подогрева воздуха, или воздушно-солнечная, и сушка с искусственным подогревом. В первую группу входит сушка в естественных условиях, которая распространена повсеместно, а во вторую — конвективная сушка искусственно подогретым воздухом, проводимая в специальных сушилках. Для получения продукции высокого качества перед сушкой проводят подбор партий табака, которые формируют по степени вытомленности одного сортотипа.

Сушку проводят при температуре 48...50 °С при максимальном снижении влажности воздуха до 45...50 %. Сушка считается законченной, когда средняя жилка и черешок становятся хрупкими и ломаются при перегибе. Продолжительность искусственной сушки листьев табака, включая фазу томления, составляет 90...120 ч.

Сроки хранения высушенного сырья до его сортировки и дальнейшей обработки различны и колеблются в зависимости от района и погодных условий от 2 до 6 мес. При правильно организованном хранении улучшаются внешний вид табака, его физические свойства и химический состав. Для предотвращения развития патогенной микрофлоры на листьях табака относительную влажность в помещении поддерживают на уровне 60...65 %, а температуру — 4...10 °С. При этом влажность самих листьев должна быть 15...16 %.

После сушки проводят обработку сырья методом *тонга*, включающим в себя усреднение, расщипку, очистку от пыли и фарматуры, смешивание, кондиционирование по влажности и формирование многослойных кип.

Заключительным этапом послеуборочной обработки табачных листьев является *ферментация* — процесс, при котором в сырье происходят биохимические и химические реакции, сопровождающиеся разогревом и влаговыделением, снижением активности ферментов, изменением состава и улучшением физических и курительных свойств сырья. В процессе ферментации происходит убыль массы табачного сырья, которую в практике называют усушкой. Средняя величина усушки при ферментации составляет 9...11 % от первоначального зачетного веса.

Применяют естественную и искусственную ферментацию. Естественная ферментация проводится без искусственного подогрева и увлажнения воздуха, искусственная — в искусственно создаваемых и регулируемых температурно-влажностных условиях.

Процесс ферментации условно можно разделить на три фазы. Первая фаза является подготовительной, при этом идет подогрев табака до температуры 50 °С; относительную влажность поддерживают на уровне 60...65 %. Продолжительность первой фазы для светлых высококачественных табаков составляет 50...70 ч, а для более низких сортов — 36...48 ч.

Вторая фаза является основной и проходит при постоянной температуре 50 °С. По влажности воздуха различают три типа режимов: сухой, нормальный и влажный. Выбор режима зависит от качества табачного сырья. Для сухих и перезрелых табаков устанавливают относительную влажность воздуха 70...75 %, для нормально влажных — 60...65 %, а для влажных — 45...50 %. Продолжительность этой фазы составляет 5...6 сут; окончание определяют по величине кислородного показателя, который должен быть не выше 0,1 мл поглощенного кислорода.

Третья фаза ферментации — фаза охлаждения и кондиционирования. Температуру сырья постепенно снижают до 20...25 °С, а относительную влажность, наоборот, повышают до 75...80 %. Продолжительность этой фазы зависит от мощности кондиционера и составляет 36...48 ч. Влажность табака после прохождения третьей фазы ферментации должна быть в пределах от 11 до 18 %.

В результате ферментации табачное сырье приобретает светло-коричневую окраску, исчезает травянистый запах, улучшаются вкус и аромат дыма, повышается горючесть и снижается гигроскопичность, что благоприятно сказывается на сохранности табака.

После ферментации листья табака содержат (в %): воды 11...18; массовая доля никотина около 50, белков около 13, углеводов примерно 22, эфирных масел и смол 1,5, минеральных веществ около 16.

Для различных сортов табака стандартом установлены требования по его влажности, поэтому по завершении процесса ферментации проводят подсушивание — процесс, направленный на оптимизацию параметров влажности, что обеспечивает стабильность показателей качества табака во время хранения. Если сырье слишком сухое, то проводят, наоборот, его увлажнение до необходимого уровня.

По органолептической оценке можно определить влажность табачного сырья: сухое — листья при сжатии в руке ломаются и крошатся; нормальное — листья после сжатия приобретают первоначальную форму; влажное — листья после сжатия расправляются частично или не расправляются совсем.

На сортировочно-упаковочных линиях заводов проводят *сортировку и прессование* табачного сырья. Вначале листья снимают с гирлянд или кассет и для удаления пыли помещают на вибросита, после чего подают на инспекционный транспортер, где оставляют листья основного сорта, а остальные выбирают и сортируют по товарным сортам в зависимости от поврежденности болезнями и вредителями, цвета и засоренности. Листья основного сорта направляют в осадительную камеру, а затем — на *упаковку* в кипы или тюки, которую проводят на электромеханическом прессе. На каждый сорт табака регламентируются параметры кип и тюков (длина, ширина, высота) и влажность. Обязательное условие — однородность сырья, упакованного в одну кипу или тюк (сорт, тип, способ выращивания и способ обработки).

Хранение табака и табачных изделий

Плотно уложенные в тюки и кипы табачные листья при неправильном режиме хранения подвергаются процессам порчи, т. к. на поверхности листьев имеется значительное количество микроорганизмов. После ферментации в табачных листьях протекают различные окислительные процессы, получившие название старение табака, приводящие к улучшению его качества. В зависимости от типа и подтипа табака положительное влияние старения продолжается от 12 до 24 мес. Оптимальный режим старения табачного сырья: температура 17...20 °С, относительная влажность воздуха 65...70 % и отсутствие прямого солнечного света.

Хранение упакованного табака проводят в хорошо проветриваемых, сухих помещениях, имеющих деревянные полы. Укладывают тюки

и кипы табака одинакового качества (сорта, типа, подтипа и способа обработки) в отдельные штабеля шириной не более 4 м.

Табачные изделия хранят также в сухих помещениях при температуре 18...25 °С и относительной влажности воздуха 60...70%. Пол в складском помещении должен быть не ниже 50 см от земли. Коробки или ящики с табачными изделиями укладывают на деревянные настилы или брусья на высоте не менее 10 см от пола с промежутками для циркуляции воздуха. Штабелями укладывают по высоте не более 6 ящиков или коробок с проходами и расстоянием от источников тепла не менее 1 м. Нельзя хранить вместе в одном складе с табачными изделиями продукты, имеющие специфический запах.

Срок хранения табачных изделий со дня выработки составляет: курительный табак в крупногабаритной таре — 15 сут; трубочный табак — 6 мес.; остальные виды — 12 мес.

Контрольные вопросы

1. По каким биологическим признакам делят табачное сырье на сорта?
2. Какие сортогруппы табака возделываются в странах СНГ?
3. Чем отличаются скелетные табаки от ароматических?
4. Какие технологические процессы включает первичная обработка сырья?
5. Для каких целей проводят ферментацию табака?
6. Режимы и способы хранения табака и табачных изделий.



Глава 29.

ЕСТЕСТВЕННАЯ И ФАКТИЧЕСКАЯ УБЫЛЬ МАССЫ ПРИ ХРАНЕНИИ РАСТЕНИЕВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

Учет количества и качества картофеля, плодов и овощей

Потери массы и качества овощей, плодов и картофеля при хранении различны. Они подразделяются на следующие категории: естественная убыль массы при дыхании и транспирации; потери, вызванные грибными болезнями и физиологическими заболеваниями; потери качества. К категории естественной убыли можно отнести такие явления, как потеря массы, уменьшение размера, увядание, уменьшение питательных веществ. К категории болезней хранения относят грибные болезни, физиологические нарушения внешние, физиологические нарушения внутренние. К потерям качества принято относить ухудшения вкуса, цвета и запаха продукции, ухудшение консистенции мякоти, механические повреждения.

При правильной организации хранения потери в основном происходят в результате дыхания объектов и частичного испарения из них влаги. Потери массы за счет дыхания и испарения влаги можно снизить, соблюдая правила подготовки продукции к предполагаемому способу хранения и поддерживая оптимальные режимы влажности и температуры воздуха.

Величина потерь массы зависит и от вида закладываемой на хранение продукции. У различных видов плодов и овощей соотношение потерь в результате расхода питательных веществ на дыхание в суммарных потерях их массы неодинакова. На 70..90% естественная убыль обусловлена потерями воды и на 10...30% — сухих веществ.

Под *естественной убылью* свежих картофеля, овощей и плодов следует понимать уменьшение их массы в процессе хранения вследствие потери сухих веществ на дыхание и частичного испарения влаги. В нормы естественной убыли не входят потери, образующиеся вследствие

повреждения тары, а также брак и отходы, получаемые в процессе хранения и товарной обработки плодов, овощей и картофеля.

Нормы естественной убыли не применяют: к продукции, которая учтена в общем обороте склада, но фактически на складе не хранилась; к продукции, списанной по актам вследствие порчи.

Установленные нормы являются предельными. Их применяют только в том случае, когда 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. Списание естественной убыли продукции можно производить только после инвентаризации продукции на основе соответствующего расчета, составленного и утвержденного в установленном порядке. Размер фактической естественной убыли определяется по каждой партии в отдельности сопоставлением данных о количестве реализованной продукции — с оприходованным количеством при полном израсходовании партии или фактических остатков, выявленных при инвентаризации, с остатками бухгалтерского учета.

Нормы естественной убыли свежих плодов, овощей и картофеля устанавливают в зависимости от типа склада (с искусственным охлаждением, без искусственного охлаждения), от способа хранения (бурты, траншеи), от вида тары и от географической зоны (холодная зона, теплая зона) на каждый месяц хранения с сентября по август в зависимости от вида продукции.

Исчисление естественной убыли свежих картофеля, овощей и плодов при хранении производят к среднему остатку продукции за каждый месяц хранения. Исчисление среднемесячного остатка производится по данным на 1-е, 11-е, 21-е и 1-е число последующего месяца. При этом берут 1/2 остатка на 1-е число данного месяца, остаток — на 11-е, остаток — на 21-е число того же месяца и 1/2 остатка — на 1-е число последующего месяца, и сумма их делится на 3. Естественная убыль исчисляется в процентах к этому среднему остатку. Окончательный размер естественной убыли по каждому виду продукции определяется как сумма ежемесячных начислений убыли за инвентаризационный период. (См. прил. 6 — по приказу Минторга СССР №75.)

В отличие от естественной убыли, которую выражают в процентах, устанавливают *абсолютный отход* в процентах к конечной массе. Он представляет собой отдельные экземпляры продукции, полностью пораженные болезнями или физиологическими расстройствами: ростки клубней, корнеплодов, луковиц, отходы при зачистке кочанов, отделившиеся ткани, то есть непригодные для использования части продукции.

Абсолютный отход списывают в соответствии с составленным актом, в котором указывают причины образования брака.

При товарном анализе продукции в соответствии с действующими стандартами определяют *технический брак*, так же как и абсолютный отход в процентах к конечной массе. Техническим браком считают продукцию, частично поврежденную при хранении заболеваниями, вредителями, подмороженную, сильно увядшую. После соответствующей подготовки ее можно использовать на переработку или на кормовые цели.

При закладке на хранение несортированной продукции с теми или иными дефектами появляется необходимость установить *естественную фактическую убыль*. Для ее определения от каждой партии плодов, овощей и картофеля отбирают пробы в 9...10-кратной повторности массой 5...10 кг. Затем пробы взвешивают с точностью до 1 кг в начале и конце хранения. По разнице массы продукции в начале и конце хранения определяют естественную фактическую убыль в процентах к первоначальной массе. Для установления единого процента на проверяемую продукцию вычисляют средний процент по всем пробам.

Количественно-качественный учет зерна при хранении

В период хранения зерна и продуктов его переработки в них происходят изменения как в массе, так и качестве. При этом может иметь место как увеличение, так и уменьшение массы.

Природа этих изменений различна. Изменение массы может быть следствием сорбции или десорбции влаги, потери сухих веществ при дыхании, неучтенного распыла в результате перемещения зерновых масс в хранилищах.

Учет и списание *убыли* зерна в хранилищах проводится только после перевешивания всего находящегося в данном хранилище зерна и установления соответствия выявленной недостачи величине оправданных потерь.

Для обоснования изменения массы зерна в зависимости от изменения влажности и количества сорной примеси необходимо сопоставить эти показатели по приходу и расходу зерна.

Обоснованность *убыли* устанавливают в строгом соответствии с достигнутым при хранении и обработке улучшением качества, то есть понижением влажности, сорной примеси и норм естественной *убыли*. Все

операции с зерном и продукцией должны быть подтверждены актами установленной формы.

Убыль в массе зерна или ее увеличение за счет изменения влажности и сорной примеси в массовом выражении вычисляют по отношению ко всему количеству зерна по приходу.

Так как отпуск и прием зерна производится в разное время неодинаковыми по количеству и качеству партиями, чтобы получить возможность сопоставить качественные показатели по приходу и расходу, необходимо выводить так называемое средневзвешенное качество. Показатели по влажности и сорной примеси выражают в процентах с точностью до 0,01 %.

Естественная убыль зерна при хранении не должна превышать следующих норм (табл. 9).



Таблица 9

**Нормы естественной убыли при хранении зерна,
продуктов его переработки и семян масличных культур, %**

Зерно и продукты его переработки	Срок хранения	В складах		В элеваторах	На приспособленных для хранения площадках и сопетках
		насыпью	в таре		
Пшеница, рожь, ячмень, полба	До 3 мес.	0,07	0,04	0,05	0,12
	До 6 мес.	0,09	0,06	0,6	0,16
	До 1 года	0,12	0,09	0,10	—
Овес	До 3 мес.	0,09	0,05	0,06	0,15
	До 6 мес.	0,13	0,07	0,08	0,20
	До 1 года	0,17	0,09	0,12	—
Гречиха и рис необрушенный	До 3 мес.	0,06	0,05	0,06	—
	До 6 мес.	0,11	0,07	0,08	—
	До 1 года	0,15	0,10	0,12	—
Просо и сорго	До 3 мес.	0,11	0,06	0,07	0,14
	До 6 мес.	0,15	0,06	0,09	0,19
	До 1 года	0,19	0,10	0,14	—
Кукуруза (зерно)	До 3 мес.	0,13	0,07	0,08	0,18
	До 6 мес.	0,17	0,10	0,12	0,22
	До 1 года	0,21	0,13	0,16	—

Окончание табл. 9

Зерно и продукты его переработки	Срок хранения	В складах		В элеваторах	На приспособленных для хранения площадках и сопетках
		насыпью	в таре		
Кукуруза (початки)	До 3 мес.	0,25	—	—	0,45
	До 6 мес.	0,30	—	—	0,55
	До 1 года	0,45	—	—	0,70
Горох, чечевица, бобы, фасоль	До 3 мес.	0,07	0,04	0,05	—
	До 6 мес.	0,09	0,06	0,07	—
	До 1 года	0,12	0,08	0,10	—
Подсолнечник, семя	До 3 мес.	0,20	0,12	0,14	0,24
	До 6 мес.	0,25	0,15	0,16	0,30
	До 1 года	0,30	0,20	0,23	—
Мука	До 3 мес.	—	0,05	—	—
	До 6 мес.	—	0,07	—	—
	До 1 года	—	0,10	—	—

Указанные нормы естественной убыли применяют как контрольные и предельные только в тех случаях, когда при инвентаризации или проверке фактического наличия зерна и семян масличных культур, хранившихся на предприятиях, будет установлено уменьшение их массы, не вызванное изменением качества.

При хранении зерна и семян более одного года за каждый последующий год хранения норму естественной убыли применяют в размере 0,04 %, с пересчетом на фактическое число месяцев хранения.

При хранении зерна до трех месяцев нормы естественной убыли применяют из расчета фактического количества дней хранения, а при хранении до шести месяцев и одного года — из расчета фактического числа месяцев хранения.

Средний срок хранения в днях данной партии зерна определяют делением суммы ежедневных остатков на количество по приходу данной партии. Для определения среднего срока хранения в месяцах среднее количество дней хранения делят на 30. Нормы естественной убыли при хранении зерна применяют к их общему количеству, числящемуся в расходе и остатке по актам зачистки.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию естественной убыли массы для картофеля, плодов и овощей.
2. Что такое абсолютный отход и технический брак?
3. Дайте определение понятию естественной убыли зерновых масс.
4. Факторы, влияющие на величину естественной убыли сочной растительной продукции и зерновых масс.
5. Порядок исчисления естественной убыли для картофеля, плодов, овощей и зерновых масс.
6. Что такое фактическая естественная убыль массы продукции? Как она устанавливается?



Глава 30.

МЕРЫ БОРЬБЫ С ПОТЕРЯМИ ПРИ ХРАНЕНИИ РАСТЕНИЕВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

Влияние сортовых особенностей зерна, плодов и овощей на их сохраняемость

Особенности физических и физиологических свойств зерновых масс, партий плодов и овощей тесным образом связаны с условиями выращивания культур и уборки урожая. При производстве растениеводческой продукции на обширной территории Российской Федерации в ее различных почвенных и климатических зонах основными условиями, определяющими пригодность растениеводческой продукции к хранению, являются: сортовые особенности; условия развития и формирования растений; условия уборки урожая; послеуборочная обработка продукции.

На качество и свойства *зерновых масс* как объектов хранения влияют как сортовые, так и посевные качества семян. В зависимости от сорта зерна изменяется скажистость зерновой массы, ее сыпучесть. В пределах одной культуры зерно различных сортов при всех прочих равных условиях хранения обладает разной физиологической активностью, имеет неодинаковую интенсивность дыхания и устойчивость к абиотическим и биотическим факторам внешней среды. Различные сорта зерновых культур обладают неодинаковой обсемененностью бактериальными и грибными заболеваниями, что также в значительной степени определяет свойства зерновой массы и их сохраняемость.

Важным является и то, что каждый сорт зерна и семян, кроме ряда свойств, которые учитываются в сельском хозяйстве (урожайность, вегетационный период, устойчивость против поражения болезнями и вредителями и др.), имеет и различные потребительские признаки. Так, разные сорта пшеницы имеют различные мукомольные и хлебопекарные качества; ярко выраженными технологическими особенностями и фуражными достоинствами обладают многие сорта и гибриды кукурузы; значительно отличаются по пивоваренным качествам сорта ячменя; разные сорта семян льна содержат жиры различного качества;

редко различны по содержанию жира семена различных сортов подсолнечника; при переработке разных сортов овса, ячменя, риса, проса получается крупа, обладающая разными потребительскими достоинствами. Все это приводит к необходимости отдельного размещения партий зерна на хлебоприемных пунктах с учетом особенностей и дальнейшего использования.

Нельзя переоценить значение сорта при хранении *сочной растительной продукции*. Величина урожая и его качество в широком понимании включают товарное качество, химический состав, пищевую ценность, устойчивость к вредителям и болезням, пригодность к транспортированию, хранению, переработке. Все эти показатели определяют в первую очередь наследственными свойствами сортов.

Проявление особенностей сортов в сильной степени зависит от условий в районах их возделывания, которые на обширной территории России существенно различаются не только по климату, почве, но и агротехническим и организационно-экономическим возможностям. Эти зависимости настолько значительны, что в некоторых случаях сорта плодов и овощей высокой лежкости, отличающиеся хорошими технологическими качествами, в результате неблагоприятного воздействия окружающей среды дают продукцию, плохо сохраняющуюся в свежем виде, непригодную для переработки.

Однако рациональный подбор почвенно-климатической зоны для данного сорта, применение оптимальных норм орошения и соотношений видов удобрений позволяют добиться существенного повышения качества плодов и их сохраняемости у сортов, не отличающихся высокими наследственными показателями (табл. 10).

Решение проблемы повышения сохранности плодов и овощей должно основываться, с одной стороны, на правильном выборе сорта применительно к данной зоне выращивания, с другой — на разработке такой агротехники, которая обеспечит получение высокого качественного урожая.

Длительное эффективное хранение плодов и овощей возможно лишь при наличии сортов, плоды которых способны к дозреванию или обладают глубоким физиологическим покоем в течение продолжительного периода времени без заметного снижения качественных показателей. Такие сорта обычно называют зимними. Среди многих тысяч культивируемых сортов лишь небольшое их количество дает плоды, пригодные для длительного хранения.

Набор сортов плодовых и овощных культур обычно нестабилен во времени. С одной стороны, возраст сорта и его биологическое старение и, с другой, селекция приводят к периодической замене многих

Таблица 10

Основные условия, определяющие лежкость плодов и овощей

Группа факторов	Градации условий	Метод оценки
Сортовые особенности и диагностика лежкости	Градации сортов по лежкости 	Продолжительность хранения, величина потерь, степень изменения качества, фитопатологический и биохимический контроль
Погодно-климатические условия	Зоны, области страны	Характеристика средне-многолетних климатических данных, погодных условий сезона, механического состава почв и их плодородия
Агротехнические условия	Предшественники, обработка почвы, орошение, удобрения, специальные приемы	Характеристика агротехнических условий выращивания
Уборка, товарная обработка и транспортировка	Механизованная, ручная; авто-, железнодорожный, водный, воздушный транспорт	Степень механических повреждений продукции
Тара, упаковка	Ящики, контейнеры, картонные коробки, тканевые мешки, сетки, крафт-бумага, полимерные пленки 	Защита продукции от механических повреждений, подмораживания, фитопатогенной и физиологической порчи
Технология хранения	Полевое хранение, хранилища с естественной вентиляцией, хранилища с активным вентилированием, холодильники, хранилища с РГС	Продолжительность хранения, величина потерь, степень изменения качества
Обработка после хранения и реализация	Сортировка, мойка, фасовка, маркировка	Потребительское качество, привлекательность и пригодность фасовки для розничной торговли

сортов новыми, более продуктивными, лежкоспособными, более устойчивыми к микробиологическим заболеваниям, вредителям и физиологическим расстройствам.

В этом процессе обновления сортов важная роль принадлежит селекции, интродукции и сортоизучению.

При подборе новых сортов, предназначенных для хранения, высокая эффективность замены может быть достигнута только при правильной всесторонней оценке нового сорта, отводящей решающее место опре-

делению лежкоспособности плодов и овощей. Сорт, ценный по всем показателям, но нележкоспособный, не может быть рекомендован для широкого распространения.

Рациональные технологии уборки и хранения растениеводческой продукции

Зерновые массы. Особенности зерновых масс как объектов хранения во многом зависят от условий уборки урожая. Состояние погоды в период уборки, техника уборочных работ и сроки их проведения влияют на валовые сборы зерна и его качество, требуют проведения тех или иных мероприятий, обеспечивающих сохранность зерновых масс.

Производственный опыт показывает, что уборка зерновых должна проводиться в сжатые сроки (10...12 дней), что позволяет сократить потери зерна до минимума. В то же время следует помнить, что преждевременная уборка (в фазе молочной спелости) ведет к получению щуплого зерна, а запоздалая — к потере урожая от осыпания, а также к снижению качества зерна.

Обычно применяют два способа уборки озимых и яровых хлебов, зерновых бобовых культур: прямое комбайнирование (однофазную уборку) и раздельную уборку (двухфазную). Выбор способа зависит от погодных условий, состояния стеблестоя и засоренности посевов.

Прямым комбайнированием обычно убирают низкорослые, изреженные, но малозасоренные, а также спелые хлеба при равномерном их созревании.

Раздельный способ применяется при уборке высокостебельных и засоренных посевов при наступлении восковой спелости зерна, а также неравномерно созревающих (просо и др.) и легкоосыпающихся культур и сортов. Этот способ уборки следует применять и в том случае, когда при больших площадях необходимо ускорить уборку урожая и предотвратить потери. В ненастную погоду раздельную уборку проводить не рекомендуется. Лучшие результаты дает сочетание прямого комбайнирования и раздельной уборки с обязательным учетом состояния посевов и погодных условий.

На высокорослых хлебах для лучшего проветривания скошенной массы высота среза рекомендуется около 20 см; при уборке изреженных и низкорослых хлебов возможен низкий срез со сдвоенным валком.

Зерновые бобовые культуры убирают также при низком срезе. Во избежание потерь и порчи выращенного урожая уборка хлебов, начиная от косовицы и кончая подработкой зерна на токах, должна быть проведена в сжатые сроки.

Лучшие результаты (по количеству и качеству зерна) при уборке озимой и яровой пшеницы, ржи, фуражного ячменя получаются, когда уборка проводится в фазе начала или средневосковой спелости при прямом комбайнировании. Ячмень, предназначенный для пивоварения, рекомендуется убирать в фазе полной спелости, так как недозревшие зерна относительно богаче белком и беднее крахмалом. Кукурузу рекомендуется убирать в конце восковой — начале полной спелости зерна. Просо лучше всего убирать при созревании 90 % зерен в метелке, гречиху — при приобретении 65...75 % зерен нормальной (коричневой) окраски и горох — при пожелтении нижних бобов.

После обмолота зерновые массы поступают на тока хозяйств или на хлебоприемные пункты. Значительное количество зерна до подработки проходит стадию предварительного хранения на токовых площадках.

Для отдельных партий зерна эта стадия может длиться от нескольких часов до нескольких суток. В этот период возможно заражение зерна насекомыми и клещами, а при неблагоприятных погодных условиях — его увлажнение, которое сопровождается развитием микроорганизмов.

Причиной заражения зерна нового урожая вредителями хлебных запасов может быть хранение его на токах, плохо очищенных от прошлогодних органических остатков (мякины, соломы и т. д.). Если за таким зерном нет соответствующего ухода и наблюдения, возможны его увлажнение и самосогревание. В свежесобранном зерне эти процессы начинаются очень быстро.

Понижение качества (заражение вредителями, загрязнение, увлажнение, развитие микроорганизмов и т. п.) может произойти также при транспортировании зерна и при его хранении в зернохранилищах.

Правильное обращение со свежесобранном зерном с учетом свойств зерновой массы является важнейшим мероприятием. Стойкость зерна при хранении, его качество и возможность использования по назначению в значительной степени зависят от условий, в которых оно находилось сразу после уборки урожая.

Неправильное обращение со свежесобранными зерновыми массаами приводит к повышенным потерям, главным образом вследствие активации в них физиологических процессов. Вследствие этого такие зерновые массы нуждаются в срочной обработке различными методами — очистке, сушке, обеззараживании и др. Если партии свежесобранного зерна обработаны с опозданием, что может случиться в период массовой уборки урожая, их качество снижается. Изменение отдельных показателей качества зерна влечет за собой ограничение возможностей его использования для различных целей.

Таким образом, на хранение поступает зерно различного состояния и качества. Точно определить качество каждой партии зерна, составить на основании документов, сопровождающих зерно, осмотра и анализа правильное представление о его особенностях, определить наиболее эффективные методы обработки и своевременно их осуществить, установить рациональный режим хранения — в этом заключается основная задача при работе с зерновыми массами. Правильное ее решение облегчает все дальнейшие операции: наблюдение за состоянием зерна при хранении, дополнительную обработку, подготовку однородных по качеству партий зерна, его отпуск и отгрузку различным потребителям.

Сочная растительная продукция. Сбор плодов и овощей — заключительная и решающая операция в общем плане работ по выращиванию и хранению плодоовощной продукции — во многом определяет качественные и количественные показатели производимой продукции и ее лежкоспособность. По трудоемкости уборки плодов и овощей она занимает от 40 до 60 % затрачиваемого на их выращивание ручного труда. Уборка урожая в садах и на полях, как правило, носит резко выраженный сезонный характер и обычно создает в этот период в специализированных хозяйствах напряженность. Очень часто до 50...80 % работающих на уборке составляют привлеченные рабочие. Отсутствие у них навыков и опыта в сьеме плодов и уборке овощей неизбежно приводит к снижению качества продукции. По этой причине количество продукции высшего качества может снижаться на 15...25 % и более.

Уборка. При уборке *картофеля* научно-исследовательские институты картофельного хозяйства особое внимание обращают на сроки сбора урожая. Лучшее время уборки картофеля — ясные, солнечные дни, когда температура почвы не ниже 5 °С. В этом случае корнеклубнеплоды просушиваются на грядках и в борозде. Для ускорения созревания картофеля и снижения возможности заражения клубней болезнями рекомендуется за 10...14 дней до уборки скашивать и убирать ботву с поля. При неблагоприятных погодных условиях, в период обильного выпадения осадков картофель еще на корню заражается фитофторой. В этом случае ботву рекомендуется подсушивать десикантами, например реглоном, из расчета 2 л/кг за 10 дней до уборки урожая.

Картофель, более 10 % которого заражено фитофторой, непригоден для длительного хранения, так как он легко поражается сухой и мокрой гнилью и заражает соприкасающиеся с ним здоровые клубни. Поэтому картофель, зараженный фитофторой, следует загружать в отдельные секции или закрома слоем не выше 2 м и реализовывать в первую очередь.

Если картофель на хранение поступает увлажненным, то его следует просушить.

Кагаты *капусты*, закладываемые на хранение, должны быть лежкоспособными, сформированными и плодовыми. Хорошо хранится капуста, убранная в возможно поздние сроки, когда физиологические процессы в ней почти прекратились. Полностью промерзшую капусту нельзя закладывать на длительное хранение. При поверхностном подмораживании капусту следует убирать после того, как она оттает на корню.

Лук на длительное хранение можно закладывать обработанным и необработанным, то есть с листьями. В центральных областях Российской Федерации лук на хранение следует закладывать в августе. К этому времени прекращается формирование луковиц. У лука, убранного позднее августа, начинают отрастать новые листья, что ведет к утолщению шейки луковицы, вследствие чего создаются благоприятные условия для поражения его гнилью.

Чеснок, так же как и лук, убирают в августе, в сухую погоду. При задержке с уборкой чешуя луковиц чеснока начинает разрываться, зубки рассыпаются, что отрицательно сказывается на их лежкоспособности. Перед закладкой на хранение лук и чеснок сушат, прогревают и охлаждают.

Уборка урожая *плодов* предусматривает комплекс мероприятий, обеспечивающих своевременный их сбор с минимальными потерями. Уборке должна предшествовать значительная подготовительная работа. Прежде всего сплошным или выборочным методом определяется урожай.

При сплошном методе осматривается каждое дерево, и урожай определяется визуально. При выборочном методе урожай учитывается по принятой методике на определенном количестве деревьев каждого сорта, на каждом квартале.

После определения урожая составляется план-график его уборки с указанием очередности сроков (по сортам и кварталам), с указанием объемов работы и потребного количества рабочей силы, тары, упаковочных материалов, транспортных средств, механизмов и уборочного инвентаря. Все уборочные средства должны быть тщательно подготовлены к уборке.

К предварительным мероприятиям, предшествующим уборке, относятся заблаговременное прекращение обработки насаждений химикатами, своевременное прекращение поливов, скашивание травостоя и сбор падалицы.

В соответствии с планом уборки средства малой механизации и тары должны быть своевременно завезены в бригады и размещены на кварталах, где будет начат сбор. Уборку проводят по сортам.

Семечковые плоды, предназначенные для хранения, убирают двумя способами: ручным с применением лестниц и столов различных конструкций; с помощью самоходных навесных или прицепных многоместных платформ. Плоды, используемые для переработки, можно убирать вибрационными (встряхивающими) машинами.

Для сбора плодов наиболее удобны плодосборные сушилки с отстегивающимся дном и пластмассовые ведра с открывающимся дном. Применение этой тары повышает производительность труда на сьеме плодов по сравнению с капустой на 15...20 %. Для подтягивания веток используют деревянные крючки.

В настоящее время наиболее эффективный прием при уборке плодов — применение платформ как средств механизации уборочных работ в садах. Использование платформ позволяет получить экономию затрат труда по сравнению с лестницами на 40...70 %. На каждой платформе работает звено из 4...5 человек. Из них 1...2 человека сортируют и упаковывают, остальные — снимают плоды. Плоды высшего, первого и второго сортов упаковщики укладывают в контейнеры, находящиеся на платформе, а третьего сорта — в контейнеры, установленные в гнездах в задней части платформы. Падалицу подбирают после прохода платформы и высыпают в контейнеры для нестандартной продукции. Наполненные контейнеры разгружают с платформы агрегатом ПВСВ-0,5 (или АВН-0,5) и заменяют порожними.

Перед началом уборочных работ в садах грейдерами или дорожными катками прокладывают временные дороги с расстояниями между ними не более 100 м. Вдоль дорог располагают ящики или контейнеры, лестницы, упаковочные материалы, поддоны, которые развозят по рядам погрузчиками.

Снимать плоды следует в сухую погоду после высыхания росы. Если ночью были заморозки, плоды можно убирать только после полного оттаивания их на дереве. Подмороженные плоды для хранения непригодны. Съем плодов целесообразно начинать с нижних ветвей из периферии дерева и постепенно переходить к верхним ветвям и внутрь кроны. Такой порядок сьема уменьшает количество сбитых плодов.

Плоды снимают с плодоножкой. Плод берет в ладонь, охватывают его всеми пальцами, для отделения от кольчатки приподнимают сверху и отодвигают в сторону, одновременно слегка нажимая указательным пальцем на плодоножку в месте прикрепления его к плодовой веточке. Нельзя снимать плоды, оттягивая их снизу, откручивая или дергая. Это приводит к вырыванию или обламыванию плодоножек и поломке кольчатки. Снимать плоды вместе с плодовыми веточками не разрешается.

Все более широкое применение механизированного возделывания уборки и обработки продукции приводит к значительным механическим повреждениям плодов и овощей. Ручная уборка, транспортировка в таре, сортировка и калибровка обеспечивают наименьшие механические повреждения продукции, но требуют высоких затрат ручного труда. При механизированном выполнении этих операций можно обойтись минимальным количеством подсобных рабочих, но при этом возрастает количество механически поврежденных экземпляров, нередко до 30% и более. В связи с этим ухудшается качество продукции, особенно из-за поражения ее болезнями при хранении. Поэтому проблема сочетаний ручного труда и механизации решается в каждом отдельном случае в зависимости от наличия рабочих рук, механизмов и целевого назначения продукции.

С момента после уборки происходят количественные и качественные изменения плодов и овощей. Степень этих изменений, размеры потерь зависят от того, как проведена уборка, сортировка, калибровка, упаковка, перевозка и хранение продукции. При соблюдении правил уборки и товарной обработки плоды и овощи в процессе доставки и хранения изменяются мало.

Хранение. В настоящее время *картофель* и *овощи* хранятся в закромах, навалом, в секциях, а также в контейнерах и ящиках.

Закромные хранилища из-за низкого коэффициента использования объема здания сейчас почти не разрабатывают, а построенные ранее реконструируют с учетом хранения продукции навалом или в секциях.

При хранении продукции навалом температурно-влажностный режим в массе поддерживают системой активной вентиляции.

При загрузке картофеля и овощей в секции следует следить за тем, чтобы насыпь формировалась равномерной по всей площади, без бугров на поверхности. Если загружали секции или закрома в одно место, то земля, оставшаяся на клубнях, во время загрузки собирается в одном месте и образует уплотнения, через которые вентиляционный воздух не проходит. Не поступает вентиляционный воздух и в бугры, так как в этом месте гидравлическое сопротивление насыпи выше, чем во впадинах, и воздух проходит через впадины.

В одну секцию следует загружать картофель или овощи одного ботанического сорта.

При формировании насыпи в нее на глубину 0,4...0,6 м устанавливают датчики системы автоматики и термометры. Для наблюдения за состоянием продукции на ее поверхность кладут щиты, сбитые из досок.

При контейнерном способе хранения микроклимат в продукции поддерживают за счет общеобменной вентиляции. Потоки воздуха

не проникают в толщу насыпи контейнера, а лишь омывают ее поверхность. Избыток тепла и влаги из продукции удаляется через поверхность тары, внутри же контейнера тепломассообмен проходит при естественной конвекции. Для улучшения конвективного теплообмена контейнерные хранилища часто строят с искусственным охлаждением.

Процессы жизнедеятельности в картофеле и овощах в послеуборочный период протекают более интенсивно, а затем их активность постепенно уменьшается и в зимний период совсем ослабевает. Интенсивность обмена веществ и всех процессов, происходящих в овощах и картофеле, зависит от окружающей среды (температуры, влажности и интенсивности вентилирования).

Если в зимний период из хранящейся массы вовремя не отвести тепло и влагу, то произойдет самосогревание продукции и жизнедеятельность ее возрастает, что приводит не только к увеличению естественной убыли, но и к порче, так как в этом случае развиваются различного вида болезни.

В целях обеспечения в массе продукции оптимальных температурно-влажностных параметров процесс хранения делят на периоды. Однако каждому виду продукции как объекту хранения присущи свои особенности. Например, у картофеля выделяют 4 периода хранения: лечебный, охлаждения, основного хранения и предреализационный. В производственных условиях лечебный период для картофеля рационально проводить в течение 15...20 дней, поддерживая относительную влажность воздуха 95 % и температуру 14...16 °С, поскольку относительная влажность воздуха наряду с температурой оказывает существенное влияние на образование раневой перидермы клубней.

Основная особенность капусты и лука — их относительная устойчивость к действию отрицательных температур. Капуста после уборки выделяет влагу в 2 раза больше, чем картофель, поэтому при ее хранении требуется более интенсивное вентилирование.

Хранение капусты и корнеплодов подразделяется на два периода — охлаждение и хранение. В период охлаждения используют наружный воздух, когда его температура на 2...3 °С ниже температуры продукции. Охлаждение капусты и корнеплодов необходимо провести в возможно короткий срок, тогда как оптимальный темп охлаждения картофеля составляет 0,5 °С в сутки. Для лука продолжительность периода охлаждения не имеет существенного значения, так как сухие луковицы при вентилировании воздухом с относительной влажностью 60...80 % могут надежно храниться и при высокой температуре (18...25 °С).

Прогрессивный режим хранения лука всех генераций подразделяется на три периода: сушку и прогрев, охлаждение и хранение. Лук сушат воздухом, подогретым до 25...35 °С, пока верхние чешуйки не достигнут 14...16 % влажности. Продолжительность сушки не превышает 72 ч. Лук-севок, лук-выборок и лук-матку после просушивания прогревают в течение 8...12 ч при температуре приточного воздуха 45 °С, чтобы обезвредить луковицы от возбудителей шейковой гнили. Расход воздуха в период сушки и прогрева составляет не менее 300 м³/ч на 1 т, если луковицы без листьев, и 350 м³/ч на 1 т, если луковицы с листьями.

Хозяйства, соблюдающие рациональные режимы хранения продукции, как правило, не превышают предельные нормы естественной убыли массы картофеля и овощей при длительном хранении в хранилищах.

Важнейшее условие хранения *плодовых* — поддержание режимов, способствующих замедлению процесса жизнедеятельности плода, его созревания и старения без заметного снижения качества. К основным факторам внешней среды, влияющим на интенсивность и характер процессов жизнедеятельности плодов, относятся температура и относительная влажность воздуха, его газовый состав, а также освещенность. При этом имеет значение также стабильность режима хранения.

По имеющимся данным, оптимальная температура хранения большинства зимних сортов яблок колеблется в пределах от –2 до +4 °С. При этом для некоторых сортов предпочтительны более низкие температуры (от –2 до +1 °С), а для других — только положительные (от 0 до 4 °С). Существует мнение, что сорта яблок американского происхождения лучше переносят пониженные температуры, чем сорта европейского происхождения.

Лучшая сохраняемость большинства сортов груш наблюдается при температуре от –1 до –2 °С, хотя плоды некоторых сортов хранятся и при невысоких положительных температурах.

Для ускорения воздействия на поступающую для хранения продукцию оптимальных температур используют предварительное охлаждение. В период хранения температура должна быть постоянной и одинаковой во всем объеме камеры. Суточные колебания температурного режима допускаются в пределах точности приборов автоматики и контрольных термометров. Неустойчивость теплового режима при хранении может приводить к ускоренному созреванию плодов и поражению их физиологическими заболеваниями, а в итоге к снижению сроков хранения.

Важный фактор сохраняемости семечковых плодов — относительная влажность воздуха. При пониженной влажности воздуха плоды увядают, теряют естественный тургор, становятся менее устойчивыми к заболеваниям, начинают преждевременно созреть, не достигнув

качественных показателей нормально развитого зрелого плода. Естественная убыль и другие потери продукции при этом значительно возрастают. При хранении яблок во избежание увядания продукции относительную влажность воздуха необходимо поддерживать на уровне до 95 %, при хранении груш — 85...95 %. Требуемая относительная влажность воздуха может быть достигнута только при оптимальной загрузке камеры.

Практика промышленного хранения яблок показывает, что здоровые яблоки не боятся воды и очень чувствительны к ее недостатку в атмосфере. На этой основе широко практикуется погружение контейнеров с плодами перед хранением в раствор препаратов, предохраняющих плоды от физиологических заболеваний и от излишней потери влаги.

Для поддержания оптимальной влажности воздуха в современных фруктохранилищах камеры оборудуют системой автоматически включаемых увлажнителей. При отсутствии такого оборудования пол в камерах смачивают водой, разбрасывают на полу снег, развешивают вдоль стен смоченные полотенца мешковины.

Для выравнивания температуры и влажности во всем объеме камеры должна быть обеспечена циркуляция воздуха, которая, однако, не должна быть чрезмерной. Кратность циркуляции — 8...12 объемов за 1 ч.

Для удаления газообразных продуктов обмена веществ также периодически проводится вентиляция — обычно через воздухоохладитель свежий воздух подмешивается к циркулирующему в камере. Смена воздуха во фруктохранилищах особенно важна в начале хранения, так как интенсивность процессов жизнедеятельности, происходящих в этот период в плодах, наиболее высокая, что может ускорить созревание всей партии продукции.

В настоящее время получает все более широкое применение способ хранения в регулируемой газовой среде (контролируемая атмосфера, регулируемая атмосфера, модифицированная атмосфера и т. д.). Способ этот основан на хранении плодов в газовой среде, обедненной кислородом и обогащенной углекислым газом. Широкое распространение и признание данного способа связано с его эффективностью. Практический опыт показывает, что применение РГС позволяет значительно удлинить сроки хранения многих сортов яблок, груш и плодов семечковых, уменьшить потери в массе (в 2...3 раза) без заметного снижения качества продукции. Успех хранения плодов в РГС основан на соответствующем регулировании в них процессов послеуборочного дозревания, благодаря чему замедляется старение и отмирание тканей, уменьшается поражение некоторыми физиологическими и микробиологическими заболеваниями, снижаются потери.

Послеуборочная обработка растениеводческой продукции

Зерновые массы. Все зерно, поступающее на хлебоприемные предприятия, в случае необходимости должно проходить обработку на технологических линиях в сроки, обеспечивающие сохранность его качества.

В технологии послеуборочной обработки зерновых, бобовых и масличных культур после определения качества предусматривается такая последовательность операций: определение массы и разгрузка зерна в соответствии с принятой организацией работы; предварительная очистка зерна на сепараторах (в ворохоочистителях); формирование партий зерна в накопительных силосах для обработки; активное вентилирование зерна, ожидающего обработку в случае необходимости; сушка зерна на зерносушилках; очистка зерна на воздушно-ситовых машинах; очистка зерна в случае необходимости в триерах и других зерноочистительных машинах; взвешивание зерна; размещение зерна в зернохранилищах; вентилирование зерна для охлаждения, выравнивания температуры и влажности, завершения процессов послеуборочного созревания; обеззараживание зерна.

Технологию обработки и порядок проведения отдельных операций с зерном определяют исходя из культуры и исходного качества зерновой массы.

Основным мероприятием для обеспечения сохранности свежесобранного зерна различных культур является снижение его влажности, уровень которой при хранении не должен превышать: для пшеницы, ржи, ячменя, гречихи 15 %, для кукурузы в зерне, проса, сорго, овса, риса-зерна 14 %, для семян подсолнечника 7 %, для клешевины 6 % и для гороха, фасоли, чечевицы, кормовых бобов, люпина 16 %.

Семенное зерно, предназначенное для длительного хранения, должно быть просушено до влажности: для пшеницы, ржи, ячменя, овса, гречихи, риса 13...14 %, для кукурузы и проса 12...13 %, для гороха 15 %.

Зерно с наибольшей влажностью направляют на сушку в первую очередь. При наличии зерносушилок рециркуляционного типа на эти зерносушилки направляют зерно с максимальной влажностью.

В случае необходимости сушки семян масличных культур, а также сои и арахиса в сроки, обеспечивающие сохранность, необходимо размещать их на установках активного вентилирования, предварительно очистив от сорной и масличной примесей. При размещении на установках активного вентилирования зерна других культур с содержанием сорной примеси свыше ограничительных кондиций его очищают с выделением только отходов третьей категории.

Все свежееубранное зерно подлежит очистке. Свежееубранное зерно, засоренное примесями, придающими несвойственный зерну запах (полынь, чеснок, кориандр, донник, и др.), необходимо очищать при приемке.

При наличии примесей, препятствующих равномерному движению зерна в шахте зерносушилки, зерно очищают перед направлением на сушку с выделением только отходов третьей категории.

При организации послеуборочной обработки проса, гречихи, кукурузы, риса, сорго, клещевины и бобовых культур предусматривают следующие мероприятия по снижению повреждения зерна в процессе транспортирования: зерно в башмак нории подают навстречу движению ковшей; тщательно следят за предотвращением обратной сыпи зерна в нориях; применяют тихоходные нории, ограничивают применение самоподавателей, транспортеров с погруженными скребками и шнековых транспортеров; применяют лотковые спуски в местах больших перепадов зерна, а в местах возможных ударов устанавливают смягчающие прокладки; снижают высоту падения зерна.

При обнаружении зараженности зерна вредителями хлебных запасов его обеззараживают. Побочные продукты и отходы первой и второй категории, полученные при обработке зараженного зерна, обеззараживают и хранят отдельно.

С наступлением осеннего похолодания зерно переводят на зимние режимы хранения с использованием всех технических средств предприятия в соответствии с заранее разработанным планом.

Зерно охлаждают на стационарных или переносных установках активного вентилирования, пропуская его через зерноочистительные машины и отключенные зерносушилки. Охлаждают зерно и пассивным способом — проветриванием помещений и подполий. Охлаждение зерна пропуском через транспортеры и нории допускается в исключительных случаях (при открытых окнах и дверях во всех помещениях), когда невозможно применение способов и средств, указанных выше.

Пассивный способ охлаждения применяют ко всему хранящемуся зерну, когда его температура выше температуры наружного воздуха, открывая окна и двери складов, подсилосных и надсилосных помещений элеваторов и верхних люков силосов. При наступлении устойчивой холодной и сухой погоды охлаждение проводят круглосуточно.

Прошедшие обработку и охлаждение семена масличных культур, а также просо, кукурузу, как менее стойкие при хранении, целесообразно размещать во внутренних силосах корпусов элеватора, менее подверженных влиянию температурных колебаний окружающей среды.

Для сохранения в зерне низких температур на возможно более длительный срок при наступлении весеннего потепления необходимо: окна и двери складов, подсилосных и надсилосных этажей держать закрытыми; наблюдение в складах за хранящимся зерном проводить в утренние или вечерние часы; зернохранилища проветривать только в сухую и прохладную погоду, когда температура наружного воздуха не менее чем на 5 °С ниже температуры воздуха в хранилище; окна складов закрывать щитами или побелить стекла.

Зерно, подвергавшееся самосогреванию, охлаждают только активным способом, независимо от метеорологических условий и равновесной влажности, до достижения им температуры, близкой к температуре наружного воздуха в ночное время или не более чем на 5 °С выше ее.

При обнаружении самосогревания зерна, хранящегося в силосах, его необходимо охлаждать активным способом, а в случае необходимости сушить. Перемещение греющегося зерна в тот же силос запрещено. Границы греющегося участка определяют при помощи термоштанг. Вышину производят с таким расчетом, чтобы в здоровой партии не осталось греющегося зерна. Разбрасывание гнезд греющегося зерна на здоровое зерно запрещается.

При появлении в хранящемся зерне запаха плесени (без повышения температуры) его сушат при невысоких температурах агента сушки (100...110 °С).

При охлаждении зерна активным способом определяют температуру, влажность и зараженность вредителями хлебных запасов до и после охлаждения, а результаты заносят на штабельные ящики и в журналы наблюдений за хранящимся зерном. Зерно, подвергавшееся самосогреванию, реализуют в первую очередь.

Сочная растительная продукция. Предназначенные для длительного хранения *картофель* и *овощи* соответствуют установленным стандартами требованиям и должны быть подготовлены к хранению, что достигается путем послеуборочной подработки выращенного урожая.

Требования стандартов сводятся к следующему: корнеплоды должны быть свежие, здоровые, чистые, целые, однородные по окраске, свойственной данному хозяйственно-ботаническому сорту, не уродливые по форме. Ботву или зелень обрезают в уровень с головкой у моркови, петрушки, пастернака; у свеклы ботву обрезают, оставляя не более 1 см, а у сельдерея обрезают зелень на конус, высотой около 1,5 см.

Кочаны капусты должны быть свежие, вполне сформировавшиеся, нетреснувшие, плотные, здоровые, незагрязненные, однородные по форме, свойственной хозяйственно-ботаническому сорту, с коче-

рыгой длиной не более 3 см от кочана. Кочаны должны быть зачищены до трех-четырех плотно облегающих кочан зеленых листков.

Луковицы должны быть вызревшие, здоровые, целые, сухие, незагрязненные, однородные по форме и окраске, свойственным хозяйственно-ботаническому сорту, с хорошо подсушенными верхними чешуями и шейкой длиной не более 5 см.

В то же время практика показала, что картофель наиболее рационально сортировать не осенью, перед закладкой на хранение, а весной, перед реализацией. Осенью клубни имеют неокрепшую кожуру и более чувствительны к механическим повреждениям. Травмированный картофель интенсивно выделяет тепло и влагу, быстрее вянет, при соприкосновении с больными клубнями более восприимчив к болезням. Поэтому перед закладкой на хранение картофель следует только очистить от земли, примесей и мелких клубней.

Товарную обработку моркови и других корнеплодов осуществляют на сортировально-очистительной линии ПСК-6. Для подработки капусты предназначена линия УДК-30. Линия ПМЛ предназначена для подработки партий лука. В отечественных типовых проектах комплексов для хранения картофеля применены два типа поточных линий: первая, производительностью 30 т/ч, скомпонована из обособленных серийных машин (системы транспортеров СТХ-30, картофелесортировального пункта КСП-15Б, загрузчика ТЗК-30), вторая, производительностью 25 т/ч, — из комплекта машин, входящих в пункт механизированной обработки картофеля КСП-25.

Нестандартную продукцию, полученную после уборки, немедленно передают на реализацию или переработку.

На лежкоспособность плодов также большое влияние оказывает их исходное качество. Наличие на плодах механических повреждений и дефектов — нажимов, ушибов, царапин, градобойн, нарушений воскового налета, а также повреждений вредителями и заболеваниями — приводит к увеличению потерь при хранении продукции и сокращению сроков хранения. Закладка на длительное хранение партий продукции, в которых стандартных плодов менее 80 %, нецелесообразна.

При равных исходных показателях качества *плодов*, лежкоспособности продукции и одинаковых условиях хранения решающим фактором считается схема послеуборочных операций — от производства до реализации.

В настоящее время в практике производства, заготовок и торговли чаще всего используются следующие схемы:

1. Сад — хранение — товарная обработка — транспортирование — реализация.

2. Сад — товарная обработка — хранение — транспортирование — подготовка к реализации — реализация.

3. Сад — транспортирование — хранение — товарная обработка — реализация (при контейнерных перевозках).

4. Сад — товарная обработка — транспортирование — хранение — подготовка к реализации — реализация.

При этом остается правило: чем меньше число операций обращения, тем выше сохраняемость продукции. Каждое лишнее прикосновение к плоду может нарушить его восковой налет и привести к механическим повреждениям и проникновению инфекций.

Лучшая сохраняемость плодов достигается при первой и второй схемах очередности операций, а наименьшая — при четвертой, в результате большей поврежденности плодов при товарной обработке и транспортировании, несвоевременности их охлаждения.

При проведении послеуборочной обработки плодов в специализированных садоводческих хозяйствах используются различные механизированные линии. В частности, механизированные линии ЛТО-3 «Ливада» с сортировочно-калибровочной машиной СКЯ-3 или машиной МКН-3А, на сортировочно-калибровочном агрегате АСК-2 и некоторые другие.

Применение химических препаратов на маточниках овощных культур и семенном картофеле

При хранении двулетних культур и картофеля происходят сложные физиологические и биохимические процессы, связанные с дыханием, прорастанием, формированием генеративных органов. Хранение маточников нередко связано с большими потерями, вызванными инфекционными и физиологическими заболеваниями. Этими процессами необходимо управлять, так как от них зависит и сохраняемость маточников, и урожайность семян.

Одним из основных методов борьбы с заболеваниями маточников, наряду с обеспечением оптимального режима хранения, является использование различных средств защиты, в том числе и химических препаратов. Наибольшее распространение в мире получил метод улучшения сохранности сочной растительной продукции путем обработки ее перед закладкой на хранение химическими препаратами, которые стимулируют заживляемость поврежденных тканей, подавляют развитие микроорганизмов и прорастание. Представляет интерес также прием предуборочного опрыскивания растений растворами различных химических веществ.

Использование различных химических веществ должно уничтожить или затормозить развитие грибов и бактерий, заражающих маточники и семенной картофель во время уборки, сортировки и хранения, и в то же время не должно снизить их продуктивность, быть малотоксичным, экономичным и не вызывать технических трудностей при работе.

Можно применять различные способы обработки: промывку маточников в чанах или ваннах, опрыскивание, опыливание, пропитывание тары, окуливание парами или газами (фумигация).

Чрезвычайно важной областью применения химических веществ в растениеводстве является возможность управлять транспортом, оттоком органических веществ в органы растений, представляющим хозяйственный интерес. Так, при опрыскивании посевов моркови в фазе первых настоящих листьев пиридоксином (20 мг/л) и тиамином (10 мг/л) урожай корнеплодов увеличивается на 0,4...0,7 ц/га и улучшается их сохранность. Намачивание семян моркови ивином или обработка им вегетирующих растений в фазе 5...7 листьев повышает урожай корнеплодов на 35...49%.

Заметно снизить заболевание корнеплодов при хранении позволяет опрыскивание растений 1 %-ной бордоской жидкостью. При недостатке бора вегетирующие маточники корнеплодов рекомендуется опрыскивать 2 %-ным раствором буры.

Большое значение при хранении маточников может иметь возможность управления с помощью различных химических препаратов состоянием покоя. Продление покоя важно, так как выход из него сопровождается переходом клеток к более активной физиологической деятельности и, значит, трате ценных веществ, накопленных в запасящихся органах.

Одним из факторов и условий перехода растений в состояние глубокого или вынужденного покоя является изменение соотношения между эндогенными ингибиторами и активаторами роста. Таким образом, одной из научных основ регуляции покоя у растений является изменение соотношения между различными группами биологически активных веществ извне. В настоящее время ведется активный поиск и синтез новых веществ, с помощью которых можно было бы управлять состоянием покоя и улучшать сохранность различной растительной продукции.

Значительно более распространен способ улучшения сохранности маточников различных культур и клубней семенного картофеля путем их обработки химическими препаратами непосредственно перед хранением.

Паразит, попадая на поверхность хранящихся растительных объектов, вырабатывает токсины, которые убивают живые клетки растения. Главным фактором защиты от экзоферментов фитопатогенов является их

инактивирование с помощью различного рода ингибиторов. Важная роль в этом принадлежит фенольным соединениям, которые являются мощным фактором неспецифического ингибирования ферментов паразита.

Широко известен в настоящее время способ улучшения сохранности маточников путем их обработки при закладке на хранение мелом. Маточники можно опудривать мелко размолотым мелом в количестве 10...40 кг на 1 т овощей или обрабатывать суспензией мела; расход мела при этом составляет 5...7 кг/т продукции.

Для улучшения сохранности маточников можно использовать известь. При норме расхода 10 % от массы заложенных на хранение маточников известь задерживает развитие микроорганизмов и прекращает гниение даже механически поврежденных экземпляров.

Для борьбы с такими болезнями лука и чеснока, как пероноспороз, ржавчина, бактериальная гниль и шейковая гниль, луковичы разрешено протравливать такими фунгицидами, как бенлат (фундазол) — 0,7%-ная суспензия (погружение лукович в суспензию на 20 мин перед закладкой на хранение с последующим просушиванием), или тигам — 3...4 кг/т, или ТМТД (тетраметилтиурамдисульфид) — 4...5 кг/т.

Для борьбы с ризоктониозом и фомозом картофеля семенные клубни рекомендуется обрабатывать фундазолом 50 % с. п. (д. в. беномил) при норме расхода 0,5...1 кг/т.

Для борьбы при хранении с серой и белой гнилями маточных корнеплодов моркови и свеклы рекомендуется использовать такие фунгициды и химические вещества, как Текто, Ровраль, препарат АБ, формалин, гидрел, марганцовокислый калий, хлорид калия и др.

Для улучшения сохранности маточников овощных культур и семенного картофеля рекомендуется использовать и ряд других препаратов (перечень которых приводится в «Списке химических и биологических средств борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками...»), разрешенных для применения в сельском хозяйстве на соответствующий период.

Огромные возможности сулит использование различных химических веществ на этапе выращивания семенников. Среди основных проблем, которые встают в процессе выращивания семенников, можно выделить такие, как низкая приживаемость семенников в поле, проблема направленного регулирования роста, развития семенников и образования семян, а также предуборочное подсушивание семенников. В настоящее время в арсенале специалистов сельского хозяйства имеется большое количество различных препаратов, с помощью которых решается целый ряд проблем, связанных с выращиванием той или иной культуры. Эти вещества получили название регуляторов роста растений, или фиторегуляторы.

В мире применение регуляторов роста растений ширится. Причины этому следующие: при использовании этих веществ полнее реализуются возможности генотипа, предотвращается полегание культур, ускоряется созревание и повышается качество сельхозпродукции, возрастает устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды.

Разнообразнее стал ассортимент регуляторов роста растений, вырабатываемых для сельского хозяйства нашей страны. Однако в настоящее время налажено промышленное производство только восьми препаратов. К ним относятся хлорхолинхлорид, гумат натрия, гибберсиб, гиббереллин, гидрел, ГМК-На, ивин, картолин. Помимо перечисленных препаратов, на территории России получили распространение такие вещества, как α -нафтилуксусная кислота, гетероауксин, ДЯК, декстрел, ИМК, фоспинол (АСА-1), тур, янтарная кислота и некоторые другие.

На овощных культурах показали свою высокую эффективность такие препараты, как ивин, Краснодар-1, крезацин. Под действием этих веществ урожайность возрастает на 26...100 %.

Перспективным направлением исследовательских и опытных работ следует считать, помимо поиска новых высокоактивных соединений, создание двух- и многокомпонентных смесей разнофункциональных препаратов (с элементами питания, фунгицидами и т. д.).

На овощных и плодовых культурах уже в 1940-х и 1950-х гг. началось применение ИУК (β -индолилуксусная кислота) и ее синтетических аналогов ИМК (β -индолилмасляная кислота) и НУК (α -нафтилуксусная кислота) для целей вегетативного размножения.

Другая группа синтетических аналогов ауксинов — 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота (2,4-Д) и МЦПА (2-метил-4-хлорфеноксиуксусная кислота) — средства, ускоряющие и усиливающие плодоношение томатов и других овощных культур.

Свою область применения нашли гиббереллины. Помимо ускорения роста стеблей в высоту, гиббереллины увеличивают размеры листьев, прерывают период покоя у почек, ускоряют цветение и плодоношение растений.

Еще одна группа ростовых веществ — цитокипины — также имеет большое практическое значение для сельского хозяйства. Цитокипины активно стимулируют деление и рост побегов, способствуют ветвлению растений, вызывают прерывание покоя спящих почек, клубней и семян. Задерживая старение листьев, восстанавливая их функциональную активность, они вызывают как бы омолаживание растительных клеток.

Регуляция ростовых процессов в растениях представляет собой результат сбалансированного действия веществ, стимулирующих и задер-

живающих эти процессы. В соответствии с этим, наряду с веществами, оказывающими стимулирующее действие на ростовые процессы, выделены ростовые вещества, задерживающие их, — этилен и абсцизовая кислота. В настоящее время в большей мере используются продуценты этилена, среди которых наибольшее значение приобрел этрел (этефон, хлорекват, СЕРА, амхем 66-329), или 2-хлорэтилфосфоновая кислота. В нашей стране синтезированы новые этилен-продуценты: гидрел и дигидрел, обладающие примерно теми же свойствами, что и этрел.

Большой эффект дало использование в сельском хозяйстве ретардантов. По своему химическому строению ретарданты относятся к различным группам соединений, но наибольшее внимание растениеводов привлекли два из них — ССС, или хлорхолинхлорид, и алар, или ДЯК (2,2-диметилгидразид янтарной кислоты).

Ретардант ССС эффективен против полегания злаковых, а также используется при выгонке рассады овощных культур. Алар предупреждает опадание плодов, замедляет вегетативный рост, укорачивает побеги, вызывает раннее плодоношение.

Помимо ретардантов, в различных отраслях растениеводства находит применение и целый ряд других химических препаратов: ГМК, ТИБК (трийодбензойная кислота), глифозин.

Постепенно ростовые вещества находят свое применение и в семеноводстве овощных культур — моркови, капусте, картофеле, столовой свекле, луке и др.

Контрольные вопросы

1. Влияние сортовых особенностей зерновых культур на их сохранность и технические свойства.
2. Укажите основные условия, определяющие лежкость плодов и овощей.
3. Основные требования и способы уборки зерновых культур.
4. Особенности уборки партий плодов и овощей, предназначенных для длительного хранения.
5. Как влияет технология послеуборочной обработки зерновых масс на их сохранность?
6. Перечислите основные приемы послеуборочной обработки плодов и овощей, направленные на повышение их лежкости.
7. Способы применения химических препаратов для улучшения сохранности маточников овощных культур.
8. На каких этапах производства семян овощных культур применяются химические препараты?

Глава 31.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ХРАНЕНИЯ. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Виды отходов зерновой массы и плодоовощной продукции

Отходы, получаемые при очистке и переработке, имеют различные показатели качества, и поэтому целевое использование их неодинаково.

Зерно. Продукты и отходы, получаемые при очистке и переработке зерна, подразделяют на следующие категории.

Основные продукты: зерно продовольственное, фуражное и семенное.

Побочные продукты: а) зерновая смесь от первичной обработки, содержащая от 50 до 70 % зерен продовольственных, фуражных и бобовых культур, относимых по стандартам к основному зерну или зерновой примеси; б) зерновая смесь от первичной обработки, содержащая 70...85 % зерен продовольственных, фуражных и бобовых культур, относимых по стандартам к основному зерну или зерновой примеси; в) мучка кормовая, получаемая при выработке муки и крупы; г) отруби; д) дробленка кормовая (просяная или овсяная), сечка гороховая, а также измельченное зерно кукурузы, проходящее через сито с отверстиями диаметром 2,5 мм; е) зародыш, отбираемый при переработке зерна в муку или крупу.

Отходы: *первая категория:* а) зерновые отходы с содержанием зерна от 30 до 50 %; б) зерновые отходы с содержанием зерна от 10 до 30 %; в) пыль обоечная белая; *вторая категория:* а) зерновые отходы с содержанием зерна от 2 до 10 %; б) стержни початков кукурузы, полова; в) пыль обоечная серая; *третья категория:* а) отходы от очистки зерна (сход с приемного сита и проход через нижнее сито сепаратора), содержащие зерна не более 2 %, солома; б) лузга рисовая, просяная и овсяная пыль аспирационная и обоечная черная; в) кукурузные обертки.

Зерном и зерновой смесью от первичной обработки в отходах считают: зерна продовольственных, фуражных и бобовых культур, относимые по стандартам к основному зерну или зерновой примеси. Если в зерновой смеси и отходах от первичной обработки содержится свыше 20 % зерен других культур, относящихся по стандарту к основному зерну,

то проводится дополнительная обработка для извлечения из смеси или отходов основного зерна.

Сочная продукция. К побочным продуктам плодов, овощей и картофеля при сортировке перед закладкой на хранение и перед реализацией относят нестандартную продукцию и отходы.

Яблоки. К нестандартным плодам относят: мелкие, диаметром менее установленного стандартом размера; плоды с механическими повреждениями (градобоины, нажимы, ушибы, свежие повреждения кожицы общей площадью более 1/4 поверхности плода); поврежденные болезнями и вредителями (зажившие повреждения кожицы общей площадью более 1/3 поверхности плода, в том числе пятна парши), поврежденные плодовой гнилью — более 10% от массы партии; перезревшие. К отходам относят плоды загнившие, подмороженные, раздавленные.

Груши. Нестандартная продукция груш включает: плоды диаметром менее установленного размера; перезревшие; плоды с механическими повреждениями (градобоины, ушибы, потертости общей площадью не более 1/4 поверхности плода); поврежденные болезнями и вредителями. К отходам относят загнившие, подмороженные и раздавленные плоды.

Плоды косточковых культур. К нестандартным плодам косточковых культур относят: плоды менее установленного стандартом диаметра; с механическими повреждениями; пораженные вредителями; перезревшие. К отходам — плоды зеленые, загнившие, раздавленные.

Картофель. Нестандартный картофель — это клубни с наростами, поврежденные вредителями и болезнями, механически поврежденные, увядшие и позеленевшие. К отходам относятся клубни загнившие, подмороженные и запаренные.

Корнеплоды. К нестандартным столовым корнеплодам относят: не соответствующие требованиям стандарта по размерам; треснувшие; поломанные; уродливые по форме; разветвленные; поврежденные сельскохозяйственными вредителями; увядшие. К отходам относят корнеплоды сморщенные, загнившие, гнилые, подмороженные, поврежденные грызунами, раздавленные и запаренные.

Лук. К нестандартной продукции относятся луковицы диаметром менее 3 см; механически поврежденные; оголенные; поврежденные сельскохозяйственными вредителями; проросшие. К отходам — загнившие, запаренные, подмороженные луковицы.

Томаты. К нестандартным томатам относят плоды: мелкие (диаметром менее 3...4 см); с опробковелыми образованиями; уродливой формы; с солнечными ожогами; с незарубцевавшимися трещинами и с размягченной мякотью (не разрушенной семенной камерой); увядшие

с морщинистостью; поврежденные сельхозвредителями. К отходам относят томаты раздавленные, загнившие и подмороженные, перезревшие.

Перец сладкий. К нестандартным относят плоды: менее установленных размеров, механически поврежденные, увядшие, морщинистые, потертые на поверхности более 1/3 плода. К отходам относят плоды раздавленные, пораженные сельскохозяйственными вредителями и болезнями, загнившие и гнилые.

Баклажаны. К нестандартным относят плоды: менее установленных размеров; механически поврежденные; увядшие; морщинистые; потертые на площади более 1/3 плода; переохлажденные (с коричневыми пятнами на поверхности). Отходы — плоды раздавленные, пораженные болезнями, загнившие, гнилые, подмороженные (с коричневой мякотью).

Огурцы. К нестандартным относят плоды: размером более 5,5 см по наибольшему поперечному диаметру; уродливой формы (кубарики, с перехватами, крючкообразные); пожелтевшие (с водянистыми семенами); увядшие; морщинистые; механически поврежденные; пораженные антракнозом в виде единичных пятен. К отходам относятся плоды: переросшие («желтяки») с грубыми кожистыми семенами; раздавленные; подмороженные; загнившие; гнилые; пораженные болезнями в глубине плода.

Арбузы. К нестандартным относятся плоды: менее установленных размеров по наибольшему поперечному диаметру, но зрелые; с сильными нажимами и вмятинами; недозрелые; пораженные болезнями и вредителями на поверхности без проникновения в мякоть. К отходам относятся плоды треснувшие, раздавленные, перезрелые, незрелые, загнившие, гнилые, пораженные болезнями и вредителями вглубь плода.

Дыни. К нестандартным относятся плоды: меньше установленных размеров; с сильными нажимами, ушибами, вмятинами; пораженные болезнями с загниванием без обнажения мякоти плода на площади не более 10 см² (для мелкоплодных — не более 5 см²). К отходам относятся плоды раздавленные, пораженные болезнями, с загниванием мякоти и гнилые.

Использование отходов хранения и нестандартной продукции растениеводства

Зерновую смесь от первичной обработки и отходы, содержащие свыше 10 % пшеницы (ржи) или свыше 20 % других культур, относимых по стандартам к основному зерну, реализуют в установленном порядке при условии, если при пробной очистке будет установлено, что дальнейшее извлечение из них основного зерна невозможно.

Полученные отходы и побочные продукты переработки зерна используют, соблюдая их целевое назначение.

Зерновую смесь от первичной обработки, содержащую от 50 до 70 % зерен продовольственных, фуражных и бобовых культур, относимых к основному зерну или к зерновой примеси, используют на фуражные цели.

Зерновую смесь от первичной обработки, содержащую 70...85 % зерен продовольственных, фуражных и бобовых культур, относимых к основному зерну или зерновой примеси, используют на выработку комбикормов для взрослых жвачных животных, а также на фуражные цели и для поставки спиртовой промышленности (кроме гречихи и бобовых культур). При использовании побочных продуктов зерновой смеси и смеси для выработки комбикормов в составе сорной примеси должно быть не более 3 % крупных примесей (сход с сита с отверстиями диаметром 6 мм) и не более 3 % минеральной примеси.

Дробленку кормовую, сечку гороховую, измельченное зерно кукурузы (проход через сито с отверстиями диаметром 2,5 мм), а также отруби и мучку кормовую используют для производства комбикормов и на фуражные цели.

Зерновые отходы первой и второй категории, кроме стержней початков кукурузы, используют на фуражные цели.

Стержни початков кукурузы и лузгу поставляют на предприятия микробиологической промышленности.

Зерновые отходы третьей категории используют для утилизации на свалках.

Зерновая смесь, получаемая при первичной обработке зерна, должна быть без посторонних запахов, с влажностью не более 17 %. Наличие металломагнитных примесей допускается не более 10 мг на 1 кг смеси. Зараженность амбарными вредителями не допускается (кроме клеща не выше II степени).

Широкое распространение за последнее время в зарубежной практике получила *экструзия*, как способ улучшения качества кормов, получаемых из отходов растительного сырья. Экструзия (продавливание материала сквозь узкое отверстие) основана на кратковременной (до 2 мин) высокотемпературной (130...160 °С) обработке сырья.

В основе процесса лежит использование тепла, выделяющегося при трении. Шнек продавливает сырьевую смесь через узкую щель, при этом продукт разогревается. Положительным в подобных конструктивных решениях является тот момент, что в одном аппарате происходит стерилизация и частичная сушка за счет испарения влаги при переходе из зоны повышенного давления (при выходе из экструдера) в зону по-

ниженного (атмосферного) давления. Окончательная сушка производится в специальных аппаратах — кукерах.

В экструдер необходимо подавать смесь предварительно измельченных отходов хранения плодов и овощей (технический брак) и зерноотходов в соотношении 1:5, так как плоды и овощи содержат 80...90 % влаги, а для экструзии влажность смеси не должна превышать 25...30 %.

Измельчение и тонкий слой обрабатываемого сырья позволяют производить нагрев практически мгновенно, что гарантирует промышленную стерильность сырья и высокую биологическую ценность получаемого продукта.

После товарной обработки и хранения плодов и овощей получаемая нестандартная продукция содержит достаточное количество сырья, которое можно использовать на корм сельскохозяйственных животных и для дальнейшей переработки с целью получения продуктов питания высокого качества.

Практически все плоды и овощи, не соответствующие требованиям стандартов по размерам (мелкие или слишком крупные), широко используют для производства соков, фруктовых порошков и пектина. Из нестандартных плодов и ягод получают плодовой укус.

При хранении картофеля доля технического брака в настоящее время достигает 10 % и более. Клубни содержат значительное количество ценных в пищевом отношении веществ, и поэтому их направляют для производства крахмала.

Нестандартную продукцию моркови после сортировки и хранения можно использовать для производства белково-каротиноидного препарата, который является ценным компонентом комбикормов ввиду высокого содержания каротина, белка, пектина и сахаров.

Технический отход столовой свеклы при хранении направляют на производство порошкообразных пищевых красителей, которые широко используют в мясомолочной, кондитерской и пищевконцентратной промышленности.

Отходы товарной обработки ягод черной смородины, черноплодной рябины, малины, ежевики, черники и вишни (кроме загнивших) также используют для производства красителей, которые, в отличие от синтетических, обладают диетическими и лечебными свойствами.

Из перезревших томатов, которые выделяют из партии сырья после сортировки, получают семена на дробилках-семяотделителях типа КОС-1. После выделения из дробленых плодов семена промывают водой и сушат при температуре не выше 35 °С до влажности 10 %.

Семена можно использовать для посева (от апробированных растений) или для производства масла, которое используют в пищевой

и парфюмерно-косметической промышленности. После извлечения масла остаются жмыхи, богатые белком. Разработана технология получения пищевого белка из томатных семян в виде порошка или пасты. Полученный белок добавляют в мясные консервы и другие пищевые продукты.

Нестандартную продукцию косточковых культур (кроме загнивших) используют для производства соков, а полученные косточки направляют на дальнейшую переработку.

Фруктовые косточки являются ценным материалом для получения пищевого и технического масла, халвы, кормового жмыха и т.д. Особенно ценится фармакопейное масло, получаемое из ядер абрикосов и персиков. Из скорлупок косточек изготавливают активированный уголь, применяемый в качестве адсорбента при фильтровании жидкостей и газов, а также косточковую крошку, которая незаменима в литейном производстве как шлифовальный материал.

Представляет интерес жмых, оставшийся после отжима масла. Разработана технология обеззараживания косточкового жмыха с последующим использованием его в комбикормовой промышленности. Кроме того, из косточковых жмыхов можно получить пищевой растительный белок, использовать его на топливо и удобрение.

Отходы товарной обработки и абсолютный отход, получаемый при хранении плодов и овощей, утилизируют с получением органических удобрений — *компостов*.

Для получения компостов лучшего качества применяют торфяную основу. При компостировании торфа с отходами усиливаются микробиологические процессы, азот торфа за короткий срок становится более доступным для растений. С другой стороны, торф как материал с высокой влагоемкостью и емкостью поглощения хорошо удерживает влагу и аммиачный азот, который выделяется при разложении отходов, тем самым предотвращая их потери.

В результате биотермических процессов при компостировании погибают патогенные микроорганизмы и теряют всхожесть семена сорных растений. Соотношение компонентов в компосте 1:1, то есть на 1 часть торфа используют 1 часть отходов. Микробиологические процессы и накопление питательных веществ в компосте протекают энергичнее, если во время компостирования температура в штабеле поднимается до 60...70 °С, поэтому штабель уплотнять не следует. В компост рекомендуется добавлять 1,5...2 % фосфорных минеральных удобрений.

Компосты на торфяной основе готовят различными способами, главное требование при этом — равномерное перемешивание компонентов. Срок созревания компоста — 6...8 мес. Место компостирования

надо выбирать так, чтобы затраты на погрузку и перевозку компонентов, используемых для приготовления компостов, вместе с затратами на погрузку и вывоз компоста в поле были наименьшими.

По видам средств, используемых для приготовления смесей, технологии компостирования подразделяются на следующие:

- 1) производство компостов на площадках с применением бульдозеров или перегружателей;
- 2) с применением мобильных смесителей на базе погрузчика.

Охрана окружающей среды при хранении растениеводческой продукции

В соответствии Законом «Об охране окружающей среды» (от 10.01.02 № 7-ФЗ) предприятия обязаны выполнять комплекс мер по охране природы от вредных факторов, ухудшающих состояние окружающей среды и причиняющих вред здоровью человека. Предприятия по хранению и переработке растениеводческой продукции должны иметь необходимые санитарно-защитные зоны и очистные сооружения, исключающие загрязнение почв, поверхностных и подземных вод, поверхности водосборов водоемов и атмосферного воздуха (ст. 42). Нарушение указанных требований, причинение вреда окружающей природной среде и здоровью человека влечет за собой ограничение, приостановление либо прекращение экологически вредной деятельности предприятий по предписанию уполномоченных органов РФ в области окружающей природной среды и санитарно-эпидемиологического надзора.

В процессе очистки зерна на хлебоприемных предприятиях возможно загрязнение атмосферного воздуха за счет выделения пыли. Проблема борьбы с атмосферным загрязнением сложна и требует много средств. Однако современный уровень научно-технического прогресса позволяет разработать меры, предупреждающие загрязнение атмосферы пылью.

Мероприятия, направленные на предупреждение загрязнения атмосферного воздуха и снижение вредных примесей в нем, можно объединить в две группы:

1. Устранение выбросов в атмосферу с помощью очистных сооружений.
2. Предотвращение загрязнения атмосферы рациональным размещением источников выбросов пыли и расширением площадей зеленых насаждений.

В комплексе мероприятий по борьбе с загрязнением атмосферы важное место принадлежит совершенствованию технологий производ-

ственных процессов, герметизации оборудования — источника вредных веществ и очистке вентиляционного воздуха. Основные пути снижения загазованности воздуха — совершенствование пылеулавливающих фильтров. Наиболее совершенны электрофильтры, эффективность которых достигает 99,9 %.

В числе мер, предохраняющих загрязнение атмосферы от пыли, значительную роль играет правильное зонирование, то есть устройство санитарно-защитных зон элеваторов и хлебоприемных пунктов. В соответствии с этим предприятия необходимо располагать на возвышенных местах и с подветренной стороны жилых массивов. Зону между ними не менее чем на 40 % озеленяют деревьями и кустарниками, устойчивыми к вредным веществам. Исследованиями установлено, что основная масса выбросов пыли оседает на расстоянии 300...500 м от источника их образования.

Во время работы элеваторов постоянно контролируют качество работы пылеулавливающих фильтров. Предельно допустимая концентрация пыли в воздухе на выходе в атмосферу не должна превышать 0,05 %.

Особую опасность для окружающей среды представляют пестициды, применяемые для борьбы с амбарными вредителями и инфекционными заболеваниями растениеводческой продукции во время хранения.

Все работы по дезинсекции, дегазации, дератизации, перевозке, приемке, хранению, отпуску ядохимикатов, обеззараживанию загрязненных ими средств индивидуальной защиты, дезинсекционных машин, транспортных средств, тары и мест пролива ядохимикатов, а также по уничтожению ядовитых веществ, пришедших в негодность, необходимо проводить в строгом соответствии с Правилами техники безопасности и производственной санитарии на предприятиях и в учреждениях Министерства сельского хозяйства РФ.

Из дезинсекционных работ наибольшую опасность представляет фумигация зерна при хранении, требующая серьезного отношения и тщательного выполнения мер безопасности. Проводить фумигацию разрешается только в объектах, которые можно надежно загерметизировать, при удаленности их от производственных помещений, служебных зданий и эксплуатируемых железнодорожных зданий и причалов не менее чем на 30 м, а от жилых помещений — не менее чем на 50 м. У границ санитарно-защитной зоны на весь период работы (от начала фумигации до окончания дегазации) вывешивают знаки, предупреждающие об опасности.

Дегазацию крупных предприятий следует начинать в утренние часы (не позднее 12 ч). Проветривание проводят, принимая меры по предотвращению одновременного выхода в атмосферу большого количества

газа: для этого часть окон приспособливают для открывания снаружи. Сначала открывают эти окна, не заходя в помещение, а затем и другие, одновременно включая вентиляцию. В эксплуатацию сдают только полностью дегазированные помещения.

Для предотвращения загрязнения окружающей среды фумигантами места случайного попадания их обрабатывают специально приготовленными обеззараживающими составами, состоящими из углекислого калия, моноэтаноламина, хлорида меди или 10%-ного водного раствора сульфида натрия.

Не менее опасным приемом для организма человека и теплокровных животных является использование отравленных приманок для борьбы с мышевидными грызунами.

Отравленные приманки, не съеденные грызунами в течение 10 дней (кроме заложенных в долгодействующих точках), собирают и сжигают со всеми предосторожностями в специально отведенном месте. Также сжигают погибших от яда грызунов или закапывают их на глубину не менее 0,5 м, предварительно обработав хлорной известью.

Контрольные вопросы

1. На какие категории подразделяются отходы хранения и переработки зерна?
2. Дайте характеристику нестандартной продукции и отходов плодов и овощей при их сортировке.
3. На какие цели используются отходы хранения зерна?
4. Где используются отходы плодов и овощей при хранении и товарной обработке?
5. Какие отходы можно использовать для производства комбикормов?
6. Какие продукты можно получить при переработке косточек?
7. Технология приготовления компостов из абсолютного отхода плодов и овощей.
8. Какие мероприятия направлены на предупреждение загрязнения окружающей среды при хранении растениеводческой продукции?
9. В чем заключается опасность дезинсекционных работ?
10. Каковы правила проведения дегазации хранилищ?
11. Какие меры безопасности применяют при утилизации отравленных приманок?

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1.

Нормы естественной убыли при хранении зерна, продуктов его переработки, семян масличных культур и трав, %

Продукт	Срок хранения, мес.	В складе		На площадках
		насыпью	в таре	
Пшеница, рожь, ячмень	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, сорго	3	0,11	0,06	0,14
	6	0,15	0,08	0,19
	12	0,19	0,10	—
Кукуруза, зерно	3	0,13	0,07	0,18
	6	0,17	0,10	0,22
	12	0,21	0,13	—
Кукуруза в початках	3	0,25	—	0,45
	6	0,30	—	0,55
	12	0,45	—	0,70
Горох, чечевица, бобы, фасоль, вика, нут, соя	3	0,07	0,04	—
	6	0,09	0,06	—
	12	0,12	0,08	—




Окончание прил. 1

Продукт	Срок хранения, мес.	В складе		На площадках
		насыпью	в таре	
Подсолнечник	3	0,19	0,11	0,24
	6	0,25	0,15	—
	12	0,30	0,20	—
Семена масличных (кроме подсолнечника)	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	—
Отруби и мучка	3	0,20	0,12	—
	6	0,25	0,16	—
	12	0,35	0,20	—
Семена трав:				
тимофеевка, полевица, клевер, мятлики, донник	3...6	—	0,14	—
	Свыше 6	—	0,22	—
житняк, пырей, овсяница	3...6	0,15	0,10	—
	Свыше 6	0,20	0,15	—
эспарцет, сераделла	3...6	0,20	0,10	—
	Свыше 6	0,25	0,15	—
суданская трава	3...6	—	0,15	—
	Свыше 6	—	0,25	—
люпин	3...6	0,25	0,18	—
	Свыше 6	0,32	0,24	—

Примечание. 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.

Приложение 2.

Режимы сушки продовольственного зерна

Культура	Влажность зерна до сушки, %	 Шахтные сушилки		Барабанные сушилки, предельная температура нагрева зерна, °С
		температура агента сушки, °С	предельная температура нагрева зерна, °С	
Пшеница	До 18	120	52	55
	18...22	110	50	52
	Свыше 22	100	48	50
Рожь, ячмень	До 18	130	62	65
	18...22	120	60	62
	Свыше 22	110	55	60
Овес	До 18	100	52	60
	18...22	100	50	55
	Свыше 22	100	45	52
Гречиха	До 18	120	48	50
	18...22	110	45	48
	Свыше 22	100	42	45
Горох	До 18	80	38	—
	18...22	70	35	—
	Свыше 22	70	30	—

Примечание. В барабанных зерносушилках температуру агента сушки при сушке продовольственного зерна устанавливают в пределах 180...210 °С, а при сушке фуражного зерна — до 250 °С.



Приложение 3.

Режимы сушки семенного зерна на шахтных зерносушилках

Культура	Влажность семян до сушки, %, в пределах	Очередность и количество пропусков семян через сушилку	Температура агента сушки, °С	Предельная температура семян, °С	
Пшеница, рожь, ячмень, овес	18	1	70	45	
	20	1	65	45	
	20...25	1	60	43	
		2	65	45	
	Свыше 25	1	55	40	
		2	60	43	
		3	65	45	
	Гречиха, просо	18	1	65	45
		20	1	60	45
25		1	55	40	
		2	60	45	
Свыше 25		1	50	38	
		2	55	40	
		3	60	45	
Горох, вика, чечевица, рис, нут		18	1	60	45
		20	1	55	43
	2		60	45	
	25	1	50	40	
		2	55	43	
		3	60	45	

Окончание прил. 3

Культура	Влажность семян до сушки, %, в пределах	Очередность и количество пропусков семян через сушилку	Температура агента сушки, °С	Предельная температура семян, °С
Горох, вика, чечевица, рис, нут	30	1	45	35
		2	55	43
		3	55	43
		4	60	45
Кукуруза	18	1	60	45
	20	1	55	43
		2	60	45
	Свыше 25	1	50	40
		2	55	43
		3	60	45

Примечание. На сушилках барабанного типа поддерживается такая же температура нагрева семян, что и на шахтных зерносушилках. Температура агента сушки на барабанных зерносушилках поддерживается на уровне 90...130 °С. Семена ряда культур (зерновые, бобовые, кукуруза) с меньшей термоустойчивостью или склонные к растрескиванию не рекомендуется сушить на установках барабанного типа.



Приложение 4.

Размеры буртов и траншей в зависимости от климатической зоны и вида продукции, м

Зона	Картофель, корнеплоды			Капуста кочанная		
	ширина	глубина	длина	ширина	глубина	длина
Бурты						
Южная	1,0...1,2	0...0,2	12...15	1,0...1,2	0	8...10
Западная	1,5...2,0	0...0,2	15...20	1,4...1,6	0...0,2	10...12
Средняя	2,0...2,2	0,2...0,4	15...20	1,8...2,0	0...0,2	10...12
Урал, Поволжье	2,3...2,5	0,3...0,6	20...30	2,0...2,2	0,2...0,4	14...18
Западная Сибирь	2,5...3,0	0,3...0,6	20...30	2,0...2,5	0,2...0,5	14...18
Траншеи						
Южная	0,6...1,0	0,5...0,6	5...10	0,4...0,6	0,4...0,6	5...8
Западная	0,8...1,2	0,6...0,8	8...15	0,6...0,8	0,6...0,8	8...12
Средняя	0,8...1,2	0,9...1,2	10...15	0,8...1,0	0,8...1,0	10...12
Урал, Поволжье	1,0...1,5	1,0...1,5	10...20	1,0...1,2	1,0...1,5	10...15
Западная Сибирь	1,0...2,0	1,0...1,5	10...20	1,0...1,2	1,0...1,5	10...15



Приложение 5. Укрытия для буртов и траншей и их примерная толщина

Продукция	Укрытие	Материал	Рекомендуемая толщина слоя в районах России, см		
			холодных	умеренно холодных	умеренно теплых
Картофель*	Однослойное	Земля	—	—	75...95**
	Двухслойное	Солома	50...70	40...50	25...30
		Земля	60...90	40...50	40...50
Корне- плоды***	Двухслойное	Солома	40...60	30...35	20...30
		Земля	60...90	40...50	40...50
Корнеплоды	Двухслойное	Земля	60...70	40...50	25...40
		Опилки	40...60	25...30	20...35
Капуста	Двухслойное	Земля	40...60	25...30	15...30
		Опилки	35...60	25...30	20...25
	Двухслойное	Солома	35...50	25...30	15...20
		Земля	45...50	25...30	15...30
Корне- плоды*	Трехслойное	Земля	35...50	30...40	20...25
		Солома	30...40	25...30	15...30
		Земля	25...40	25...30	25...30
Капуста	Трехслойное	Солома	30...40	20...30	15...20
		Земля	30...35	20...25	15...20
		Перегной	15...30	10...15	5...15
Картофель	Четырех- слойное	Солома	30...40	20...25	10...15
		Земля	20...30	20...25	20...25
		Солома	30...40	20...25	15...20
		Земля	30...50	20...25	20...25

* Для траншейного хранения с переслойкой землей. ** При наступлении сильных морозов (около -20°C). *** Дополнительно проводится укрытие соломой слоем 25...30 см для свеклы, брюквы, репы.

Приложение 6.
Нормы естественной убыли (% к массе) свежих картофеля, овощей и плодов при длительном хранении в хранилищах и складах

Продукция	Способ хранения	<i>Холодная зона</i>													
		Сен-тябрь	Ок-тябрь	Но-ябрь	Де-кабрь	Ян-варь	Фев-раль	Март	Ап-рель	Май	Июнь	Июль	Ав-густ		
Картофель	Склады с искусственным охлаждением	1,0	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	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	2,5	
	Бурты и траншеи	1,4	1,0	0,7	0,4	0,4	0,4	0,7	0,9	1,5	—	—	—	—	
Свекла, репка, хрен, брюква, пастернак	С искусственным охлаждением	1,5	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,8	0,9	0,9	—	—	—	
	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	—	—	—	—	
Морковь, репа, петрушка, сельдерей	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 и траншеи	1,5	1,3	1,2	0,6	0,6	0,6	0,8	0,9	2,0	—	—	—	—	
	С переслойкой песком	1,2	1,0	0,6	0,4	0,3	0,4	0,4	0,6	1,2	—	—	—	—	

Капуста кочанная, савойская, брюссельская: среднеспелые сорта	Без искусственного охлаждения	—	2,3	2,4	1,1	2,5	2,7	—	—	—	—	—	—	—
	Бурты и траншеи	—	3,3	1,8	1,0	2,0	2,5	—	—	—	—	—	—	—
	С искусственным охлаждением	—	2,3	1,3	1,0	1,0	1,0	1,3	1,3	1,8	1,8	1,8	1,8	—
То же, позднеспелые сорта	Без искусственного охлаждения	—	2,8	2,1	1,0	1,0	1,2	1,3	1,5	—	—	—	—	—
	Бурты и траншеи	—	2,8	1,8	0,8	0,8	0,8	1,1	1,3	—	—	—	—	—
	С искусственным охлаждением	—	2,3	1,3	1,0	1,0	1,0	1,3	1,3	1,8	1,8	1,8	—	—
Лук (выборок и репчатый)	Без искусственного охлаждения	1,7	1,2	1,1	0,6	0,6	0,6	0,6	1,0	1,7	—	—	—	2,5
	С искусственным охлаждением	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,8	1,1	1,2	1,5	1,5	1,5
Чеснок	Без искусственного охлаждения	3,0	2,0	1,2	1,1	1,1	1,2	1,3	1,5	—	—	—	—	—
	С искусственным охлаждением	1,6	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,5	1,5	1,5	1,7	1,7
Тыква	Без искусственного охлаждения	1,5	1,2	0,7	0,5	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—
Яблоки: осенние сорта	Без искусственного охлаждения	2,0	1,2	1,2	1,0	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—
	С искусственным охлаждением	1,2	0,8	0,6	0,5	0,5	0,4	—	—	—	—	—	—	—

Продолжение прил. 6

Продукция	Способ хранения	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август
Яблоки: зимние сорта	Без искусственного охлаждения	1,8	0,8	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	—	—	—	—	—
	С искусственным охлаждением	1,0	0,4	0,3	0,3	0,25	0,25	0,3	0,3	0,5	0,5	—	—
Груши	Без искусственного охлаждения	2,0	1,6	1,4	0,7	0,6	0,6	0,6	—	—	—	—	—
	С искусственным охлаждением	1,0	0,8	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	—	—	—
Виноград	С искусственным охлаждением	0,8	0,7	0,7	0,6	0,4	0,4	0,4	—	—	—	—	—
<i>Теплая зона</i>													
Картофель	С искусственным охлаждением	1,6	1,0	0,9	0,9	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,2	—
	Без искусственного охлаждения	1,8	1,6	0,9	0,9	0,7	0,7	0,8	1,0	1,4	2,2	—	—
	Бурты и траншеи	—	1,0	1,0	0,5	0,4	0,4	0,7	1,0	1,5	—	—	—

Свекла, редька, хрен, брюква, пастернак, кольраби	С искусственным охлаждением	1,6	1,1	1,0	0,7	0,6	0,7	1,0	1,1	1,1	1,2	—	—
	Без искусственного охлаждения	2,0	1,3	1,0	0,7	0,6	0,7	1,2	1,8	1,9	2,0	—	—
	Бурты и траншеи	—	1,5	1,3	0,7	0,5	0,6	0,7	2,5	—	—	—	—
Морковь, репа, петрушка, сельдерей	С искусственным охлаждением	2,3	1,8	1,3	0,8	0,7	1,3	1,4	1,6	1,8	1,9	—	—
	Без искусственного охлаждения	2,5	2,2	1,3	0,8	0,7	1,3	1,6	2,3	2,5	—	—	—
Капуста кочанная, савайская, брюссельская: среднеспелые сорта	Без искусственного охлаждения, бурты и траншеи	—	4,0	3,8	2,3	—	—	—	—	—	—	—	—
	С искусственным охлаждением	—	3,5	2,3	1,8	1,3	1,6	2,0	—	—	—	—	—
То же, позднеспелые сорта	Без искусственного охлаждения, бурты и траншеи	—	3,8	3,5	2,0	1,4	1,4	2,1	—	—	—	—	—
	С искусственным охлаждением	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	1,0	1,3	1,6	1,6	1,8	1,8
Лук репчатый	Без искусственного охлаждения	2,0	1,5	1,3	0,7	0,6	0,7	1,1	1,6	2,0	—	—	3,0
	С искусственным охлаждением	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Окончание прил. 6

Продукция	Способ хранения	Сен-тябрь	Ок-тябрь	Но-ябрь	Де-кабрь	Ян-варь	Фев-раль	Март	Ап-рель	Май	Июнь	Июль	Ав-густ
Чеснок	С искусственным охлаждением	1,9	1,7	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,7	1,7	1,7	2,0
	Без искусственного охлаждения	3,2	2,1	1,5	1,1	1,1	1,2	2,0	2,5	—	—	—	—
Тыква	Без искусственного охлаждения	1,5	1,2	0,7	0,5	0,3	—	—	—	—	—	—	—
Яблоки: осенние сорта	Склады с искусственным охлаждением	1,2	1,2	0,7	0,5	0,3	—	—	—	—	—	—	—
	То же	1,0	0,4	0,3	0,3	0,25	0,25	0,3	0,3	0,5	0,5	—	—
Груши	«	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	—	—	—
	«	0,8	0,7	0,7	0,6	0,4	0,4	0,4	—	—	—	—	—
Виноград	«	0,8	0,7	0,7	0,6	0,4	0,4	0,4	—	—	—	—	—

Примечания: 1. При хранении корнеплодов в буртах с переслойкой песком естественную убыль не начисляют.

2. При хранении плодов в камерах с РГС норму естественной убыли сокращают на 15 %.

3. К тепловой зоне отнесены Краснодарский край, Дагестан, Чеченская республика, Ингушетия.

СЛОВАРЬ УПОТРЕБЛЯЕМЫХ ТЕРМИНОВ

Абсолютная влажность воздуха — это масса водяного пара, находящегося в 1 м³ влажного воздуха.

Активное вентилирование — это интенсивное продувание насыпи зерна атмосферным воздухом.

Базисная норма зерна — норма показателя качества зерна, в соответствии с которой производят расчет при его приемке.

Биологическая долговечность — это период времени, в течение которого может быть всхожим хотя бы одно зерно.

Битое зерно — части зерна, образовавшиеся в результате механического воздействия.

Влагосодержание воздуха — это масса водяного пара в граммах, содержащаяся во влажном воздухе, отнесенная к 1 кг сухого воздуха.

Влажность зерна — физико-химически и механически связанная с тканями зерна вода, удаляемая в стандартных условиях определения.

Вредная примесь зерна — примесь растительного происхождения, опасная для здоровья человека и животных.

Выход зерна из початков кукурузы — отношение массы зерна кукурузы к массе необмолоченных початков, выраженное в процентах.

Глютинозное зерно риса — зерно риса плотной консистенции, в разрезе стеаринообразное, однородное по цвету.

Головневое зерно — зерно, у которого запачкана бородка или часть поверхности спорами головни.

Головневый запах зерна — запах, напоминающий селедочный, появляющийся в результате загрязнения зерна спорами или мешочками головни.

Давленное зерно — целое зерно, но деформированное, сплющенное в результате механического воздействия.

Долговечность зерна — период, в течение которого зерно сохраняет свои природные свойства (семенные, технологические, пищевые и др.).

Дыхание — это процесс диссимилиации. Диссимилиация сахара происходит *аэробно*, т. е. в присутствии кислорода, и *анаэробно*, путем брожения с образованием этилового спирта.

Жизнеспособность зерна — отношение количества жизнеспособных зерен к общему количеству анализируемого зерна, выраженное в процентах.

Заготавливаемое зерно — зерно, закупаемое государством через государственную заготовительную систему.

Зараженность зерна вредителями — наличие в межзерновом пространстве или внутри отдельных зерен живых вредителей хлебных запасов — насекомых или клещей в любой стадии их развития.

Зараженность зерна вредителями в скрытой форме — наличие живых вредителей хлебных запасов в любой стадии их развития внутри отдельных зерен.

Зараженность зерна вредителями в явной форме — наличие в межзерновом пространстве живых вредителей хлебных запасов — насекомых или клещей в любой стадии их развития.

Затхлый запах зерна — запах, появляющийся при распаде тканей зерна под влиянием интенсивного развития микроорганизмов.

Зерно — плоды злаковых культур, используемые для пищевых, кормовых и технических целей.

Зерно, поврежденное вредителями, — зерно с выеденными насекомыми или клещами снаружи или внутри, частично или полностью зародышем, оболочками и эндоспермом.

Зерновая примесь — примесь неполноценных зерен основной культуры, а также зерен других культурных растений, допускаемая при приемке.

Зерносклады — это сооружения для хранения зерна насыпью. Зерносклады могут быть механизированными, полумеханизированными и немеханизированными.

Зольность зерна — отношение массы золы, состоящей из минеральных веществ и получаемой в результате сжигания размолотого зерна при определенной температуре в заданных условиях, к массе сжигаемого вещества, выраженное в процентах.

Излишняя влажность картофеля — влага на клубнях от промывки, дождя. Конденсат на клубнях, вызванный разницей температур, не считают излишней влажностью.

Испорченное зерно — зерно невыполненное, сморщенное, легковесное, деформированное вследствие неблагоприятных условий развития и созревания.

Калибровка — это сортировка продукции по размеру или массе.

Камера — изолированное помещение, предназначенное для хранения плодоовощной продукции, оборудованное системой поддержания микроклимата.

Картофель свежий продовольственный поздний — картофель урожая текущего года, реализуемый с 1 сентября (для картофеля, выращенного в Камчатской, Магаданской и Сахалинской областях, — с 1 октября).

Картофель свежий продовольственный ранний — картофель урожая текущего года, реализуемый до 1 сентября (для картофеля, выращенного в Камчатской, Магаданской и Сахалинской областях, — до 1 октября).

Качество зерна — совокупность свойств зерна, обуславливающих его пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с назначением.

Качество клейковины зерна — совокупность физических свойств клейковины: растяжимость, упругость, эластичность.

Класс зерна — комплексный показатель качества зерна, характеризующий его пищевые и технологические свойства.

Клейковина зерна — комплекс белковых веществ зерна, способных при набухании в воде образовывать вязкую эластичную массу.

Клубень картофеля — утолщенный и укороченный стебель, который служит местом отложения запасных питательных веществ и является органом вегетативного размножения.

Клубни удлиненной формы — клубни, у которых длина превышает ширину (наибольший поперечный диаметр в 1,5 раза и более).

Кольраби — стеблевидный скороспелый вид капусты.

Красное зерно риса — зерно риса, имеющее окраску поверхности семенных и плодовых оболочек от красного до буро-коричневого цвета.

Критическая влажность зерна — влажность зерна, при которой начинает резко возрастать интенсивность дыхания зерна.

Лежкость — потенциальная способность сортов плодов и овощей храниться в течение определенного времени без значительных потерь массы, поражения микроорганизмами и физиологическими расстройствами, ухудшения товарных, пищевых и технологических качеств.

Магистральный канал — канал, расположенный между вентилятором и раздающими каналами и предназначенный для равномерного распределения воздуха между раздающими каналами, или его перераспределение в случае необходимости путем регулирования шиберами (заслонками).

Масса 1000 зерен — установленное количество зерен для определения качественных показателей.

Металломагнитная примесь зерна — примесь, обладающая свойством притягиваться к магниту.

Мешочки головни — оболочки зерна, заполненные темной мажущейся массой спор головни неприятного селедочного запаха.

Минеральная примесь зерна — примесь минерального происхождения. (К минеральной примеси относят: песок, комочки земли, гальку и др.)

Модифицированная газовая среда (МГС) — термин, применяющийся для обозначения хранения в холодильных камерах в специальной пленочной таре, когда состав газовой среды образуется жизнедеятель-

ностью плодоовощной продукции и регулируется за счет селективных свойств пленок.

Морозобойное зерно — поврежденное заморозками в период созревания, сморщенное, деформированное, с сильно изменившимся цветом (белесоватое или потемневшее).

Мучнистое зерно — зерно рыхлой мучнистой структуры с непросвечиваемым на специальном устройстве эндоспермом.

Навеска зерна — часть средней пробы, выделенная для определения отдельных показателей качества зерна.

Натура зерна — масса установленного объема зерна.

Недозрелое зерно — зерно, не достигшее полной зрелости, с зеленоватым оттенком, легко деформирующееся при надавливании.

Норма показателя качества зерна — количественное значение показателя качества зерна, установленное нормативно-технической документацией.

Обесцвеченное зерно — зерно, в разной степени потерявшее под влиянием неблагоприятных условий развития, уборки или хранения естественный блеск и цвет.

Обрушенное зерно — зерно с полностью или частично удаленными оболочками при обмолоте и других механических воздействиях. (К физическим признакам относят: форму, размеры, плотность, аэродинамические свойства.) Зерно с измененным цветом оболочки и эндосперма в результате самосогревания, сушки и поражения болезнями.

Объединенная проба — количество зерна, полученное путем объединения и смешивания точечных проб, взятых из определенной партии.

Ограничительная норма зерна — норма показателя качества зерна, устанавливающая предельно допустимые требования к качеству заготавливаемого и поставляемого зерна.

Органическая примесь зерна — примесь растительного и животного происхождения. (К органической примеси относят части стеблей, стержней колоса, ости, пленки, части листьев и др.)

Относительная влажность воздуха — это отношение абсолютной влажности к максимально возможной массе водяного пара, которая может содержаться в 1 м³ влажного воздуха при тех же условиях. Этот показатель характеризует способность воздуха поглощать водяной пар.

Партия зерна — определенное количество зерна, отобранное от партии для определения качества.

Пленчатость зерна — массовая доля оболочек к массе необрушенного зерна, выраженная в процентах.

Плесневый запах зерна — плесневелый запах, появляющийся в результате развития на поверхности и внутри зерна плесневых грибов.

Плоды и овощи — особая группа объектов хранения, отличающаяся высоким содержанием воды (в среднем 80...90%). Поэтому плоды и овощи характеризуются высоким уровнем обмена веществ в период хранения и повышенной потерей влаги на испарение. Кроме того, плоды и овощи обладают слабой устойчивостью к фитопатогенным микроорганизмам.

Поврежденное зерно — зерно с измененным цветом оболочки и явно испорченным эндоспермом.

Подтип зерна — классификационная характеристика зерна, определяемая в пределах типа и отражающая изменения природных признаков. (К изменяющимся природным признакам относят: стекловидность, цвет по ГОСТ 20081–74.)

Пожелтевшее зерно риса — зерно риса с эндоспермом желтого цвета различной интенсивности.

Показатель качества зерна — характеристика свойства зерна, входящего в состав его качества.

Польный запах зерна — запах, появляющийся в результате контакта зерна с корзиночками полыни.

Поставка — количество зерна, отгруженное или полученное за один раз и предусмотренное конкретным контрактом или транспортным документом. Поставка может состоять из одной или более партий.

Поставляемое зерно — зерно, направляемое государственной заготовительной системой для продовольственных, кормовых и технических целей.

Посторонний запах зерна — запах, появляющийся в результате сорбции зерном пахучих посторонних веществ. (К постороннему запаху относят запах нефтепродуктов, фумигантов и др.)

Потемневшее зерно — зерно с измененным цветом оболочки и явно испорченным эндоспермом.

Потенциал сушки — разность между температурой воздуха и температурой мокрого термометра (характеризует способность воздуха к поглощению влаги).

Приемно-сортировальный пункт (ПСП) — представляет собой совокупность зданий и сооружений производственного, подсобного и вспомогательного назначения, расположенных на одной территории и связанных общим технологическим процессом приемки, сортировки и реализации продукции. На ПСП осуществляется централизованное управление процессом передачи продукции из хозяйства и распределение ее между получателями в соответствии с договорами контракции и графиками реализации.

Проросшее зерно — зерно с вышедшими за пределы покровов корешками или ростками.

Раздающий канал — канал, расположенный под насыпью и предназначенный для равномерного распределения воздуха по длине для непосредственной его подачи в насыпь хранимой продукции.

Регулируемая газовая среда (РГС) — термин, отражающий процессы в холодильных камерах в условиях, когда осуществляется контроль и регулирование параметров газовой среды, образованной как жизнедеятельностью плодоовощной продукции (дыхание), так и за счет специальных установок.

Розовоокрашенное зерно — зерно выполненное, блестящее, с розовой пигментацией оболочек преимущественно в области зародыша.

Самосогревание — резкое повышение температуры зерновой массы.

Самосортирование — это неравномерное распределение компонентов зерновой массы по объему хранилища при ее загрузке, выгрузке, перемещении.

Свойство зерна — объективная особенность зерна, проявляющаяся при уборке, хранении, переработке и потреблении.

Секция — это объемно-планировочный элемент хранилища, образованный помещениями для размещения картофеля и овощей, инженерного оборудования по созданию требуемого микроклимата и транспортным коридором, позволяющим объединить секции между собой и с сортировальным пунктом. Секция, как правило, устраивается изолированной и представляет собой законченный объект.

Сильная пшеница — зерно пшеницы отдельного сорта или смеси сортов, характеризующееся генетически обусловленными очень высокими хлебопекарными качествами и потенциальной способностью быть улучшителем слабой в хлебопекарном отношении пшеницы.

Сквашистость — отношение объема межзернового пространства ко всему объему зерновой массы.

Скорость сушки — изменение влажности материала в единицу времени (%/ч).

Солодовый запах зерна — запах, появляющийся при прорастании зерна.

Сорбция и десорбция — способность зерна при соответствующих условиях поглощать влагу, пары различных веществ и газов называют *сорбцией*, а способность выделять их называют *десорбцией*.

Сорная примесь зерна — примесь органического и неорганического происхождения, подлежащая удалению при использовании зерна по целевому назначению.

Сорт сельскохозяйственных культур — количество зерна, однородное по качеству, предназначенное к одновременной приемке, отгрузке или хранению, оформленное одним документом о качестве.

Сортировка плодов и овощей — производится по внешнему виду с учетом допускаемых отклонений по форме, окраске, состоянию поверхности; свежести; у отдельных видов — по степени зрелости и консистенции.

Сохраняемость — проявление лежкости плодов и овощей в условиях данного сезона, зоны возделывания при определенном уровне агротехники, технологии и режиме хранения. Она характеризуется сроком хранения, а также величиной потерь продукции и степенью изменения ее качественных показателей за этот период.

Способность прорастания зерна — отношение количества проросших зерен в оптимальных условиях за установленный интервал времени к количеству проращиваемых зерен, выраженное в процентах.

Среднесуточная проба зерна — проба зерна, формируемая из объединенных проб, отобранных из нескольких однородных по качеству зерна партий, поступивших от одного хозяйства в течение оперативных суток.

Средняя (лабораторная) проба — количество зерна выделенной пробы, предназначенное для анализа или другого исследования

Станция предварительного охлаждения (СПО) — представляет собой сооружение, оснащенное холодильным оборудованием, предназначенным для быстрого охлаждения плодоовощной продукции перед длительной транспортировкой.

Стекловидное зерно — зерно плотной структуры с полностью гладкой и блестящей поверхностью разреза эндосперма, полностью просвечиваемое на специальном устройстве.

Сыпучесть — способность зерна перемещаться по наклонной поверхности, а также по поверхности зерна.

Твердозерность — структурно-механические свойства зерна, характеризующие степень его сопротивления разрушающим усилиям в процессе дробления и определяющие его целевое назначение.

Температура росы — температура, при которой начинает выпадать роса.

Температуропроводность — теплофизическая величина, характеризующая скорость изменения температуры в материале или, другими словами, — характеризующая теплоинерционные свойства материала.

Теплоемкость — характеризует затраты тепла на нагрев материала. Чаще всего используют величину *удельной* теплоемкости, которая равна количеству тепла, затраченного на нагрев 1 кг материала на 1 градус Цельсия или Кельвина.

Теплопроводность — характеризует теплоизолирующие свойства материала.

Термовлагопроводность — перемещение влаги по направлению тепла. Движущей силой этого явления является градиент температур. Явление термовлагопроводности наглядно можно наблюдать, например, при

горении сырого полена. Если полено горит с одного конца, то с другого конца обильно выделяется влага.

Термоустойчивость зерна — способность зерна сохранять в процессе сушки свои семенные, продовольственные и другие свойства.

Технологическая долговечность — период, в течение которого сохраняются показатели качества партии зерна, предназначенной на те или иные технологические цели.

Тип зерна — классификационная характеристика зерна, по устойчивым природным признакам связанная с его технологическими, пищевыми и товарными достоинствами. (К природным признакам зерна относят ботанический вид, цвет, форму.)

Товарная обработка — проведение комплекса операций, в ходе которых формируется товарное качество плодовоовощной продукции.

Точечная проба зерна — проба зерна, отобранная от партии за один прием из одного места.

Трудноотделимая примесь зерна — примесь, которая по своим физическим признакам близка к зерну основной культуры и которую трудно отделить на зерноочистительных машинах.

Угол естественного откоса — угол, образованный между диаметром основания и образующей конуса, получающегося при свободном падении зерновой массы на горизонтальную плоскость.

Угол трения — это наименьший угол, при котором зерно начинает самотеком двигаться по наклонной плоскости из конкретного материала.

Фузариозное зерно — зерно, пораженное при созревании грибами из рода фузариум; шуплое, легковесное, морщинистое, белесое, иногда с пятнами оранжево-розового цвета.

Хозяйственная долговечность — период сохранения семенных достоинств, отвечающих государственным стандартам.

Холодильник — к холодильникам относятся все специальные здания, имеющие искусственное охлаждение и предназначенные для хранения скоропортящихся грузов.

Цвет зерна — окраска поверхности зерна.

Ценная пшеница — зерно пшеницы отдельного сорта или смеси сортов, характеризующееся генетически обусловленными высокими хлебопекарными качествами, используемое для производства хлебопекарной муки в чистом виде или в смеси с небольшими количествами слабой в хлебопекарном отношении пшеницы.

Частично стекловидное зерно — зерно с частично стекловидной и частично мучнистой структурой эндосперма.

Шуплое зерно — зерно невыполненное, сморщенное, легковесное, деформированное вследствие неблагоприятных условий развития и созревания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК



1. *Атаназевич В. И.* Сушка зерна / В. И. Атаназевич. — М. : ДеЛи принт, 2007. — 480 с.
2. *Бессонова Л. П.* Зернохранилища / Л. П. Бессонова, В. И. Манжесов. — Воронеж : ВГАУ, 2001. — 195 с.
3. *Бессонова Л. П.* Сертификация сельскохозяйственной продукции и метрологические испытания средств измерений / Л. П. Бессонова, В. И. Манжесов, П. А. Гуров. — Воронеж : ВГАУ, 2003. — 156 с.
4. *Брадерский Ф. Д.* Послеуборочная обработка зерна / Ф. Д. Брадерский, С. А. Карабанов. — М. : Агропромиздат, 1980. — 324 с.
5. *Бэртон У. Г.* Физиология созревания и хранение продовольственных культур / У. Г. Бэртон. — М. : Агропромиздат, 1985. — 426 с.
6. *Варламов Г. П.* Механизация уборки и товарной обработки фруктов / Г. П. Варламов, А. В. Четвертаков. — М. : Колос, 1984. — 287 с.
7. *Вобликов Е. М.* Технология элеваторной промышленности / Е. М. Вобликов. — Ростов н/Д : Издательский центр «Март», 2001. — 324 с.
8. *Волкинд И. Л.* Промышленная технология хранения картофеля, овощей и плодов / И. Л. Волкинд. — М. : Агропромиздат, 1989. — 425 с.
9. *Гусев С. А.* Послеуборочная доработка и хранение картофеля / С. А. Гусев, В. И. Старовойтов. — М. : Московский рабочий, 1989. — 321 с.
10. *Дьяченко В. С.* Хранение картофеля, овощей и плодов / В. С. Дьяченко. — М. : Агропромиздат, 1987. — 195 с.
11. *Жидко В. И.* Лабораторный практикум по зерносушению / В. И. Жидко, В. И. Атаназевич. — М. : Колос, 1983. — 158 с.
12. *Карпов Б. А.* Технология послеуборочной обработки и хранения зерна / Б. А. Карпов — М. : Агропромиздат, 1987. — 512 с.
13. *Карпов Б. А.* Уборка, обработка и хранение семян / Б. А. Карпов — М. : Россельхозиздат, 1974. — 349 с.
14. *Кинякин М. Ф.* Оборудование предприятий по хранению и переработке плодов и овощей / М. Ф. Кинякин. — М. : Изд-во МСХА, 2000. — 210 с.
15. *Кожарова Л. С.* Основы комбикормового производства / Л. С. Кожарова. — М. : Пищепромиздат, 2004. — 214 с.
16. *Козлова В. Ф.* Хранение и переработка овощей / В. Ф. Козлова — М. : Россельхозиздат, 1985. — 321 с.
17. *Колчин Н. Н.* Комплексы машин и оборудования для послеуборочной обработки картофеля и овощей / Н. Н. Колчин. — М. : Машиностроение, 1982. — 264 с.
18. *Кузнецова Л. М.* Количественно-качественный учет зерна и зернопродуктов / Л. М. Кузнецова, Г. П. Черкасова. — М. : ДеЛи принт, 2011. — 260 с.
19. *Лойко Р. Э.* Хранение и переработка плодов и овощей в колхозах и совхозах / Р. Э. Лойко, П. И. Дячек, Ф. И. Субоч. — Минск : Урожай, 1987. — 195 с.

20. *Маевская С. Л.* Количественно-качественный учет зерна и зернопродуктов. 2-е изд., доп. / С. Л. Маевская, О. А. Лабутина. — М. : ДеЛи принт, 2003. — 295 с.
21. *Малин Н. К.* Справочник по сушке зерна / Н. К. Малин. — М. : Агропромиздат, 1986. — 276 с.
22. *Манжесов В. И.* Технология хранения растениеводческой продукции / В. И. Манжесов, И. А. Попов, Д. С. Щедрин. — М. : КолосС, 2005. — 315 с.
23. *Мачихина Л. И.* Научные основы продовольственной безопасности зерна (хранение и переработка) / Л. И. Мачихина, Л. В. Алексеева, Л. С. Львова. — М. : ДеЛи принт, 2007. — 382 с.
24. *Мельник Б. В.* Технология приемки, хранения и переработки зерна / Б. В. Мельник, В. Б. Лебедев, Г. А. Винников. — М. : Агропромиздат, 1990. — 158 с.
25. *Общий технологический регламент для элеваторов и хлебоприемных предприятий* / Л. И. Мачихина, Л. В. Алексеева, Г. А. Закладной [и др.]. — М. : ГНУ ВНИИЗ РАСХН, 2006. — 78 с.
26. *Подкопаев В. Н.* Повышение качества и сокращение потерь зерна / В. Н. Подкопаев. — М. : Хлебпродинформ, 2002. — 192 с.
27. *Полегаев В. И.* Хранение плодов и овощей / В. И. Полегаев. — М. : Россельхозиздат, 1983. — 461 с.
28. *Пунков С. П.* Хранение зерна, элеваторско-складское хозяйство и зерносушение / С. П. Пунков, А. И. Стародубова. — М. : Агропромиздат, 1990. — 201 с.
29. *Растениеводство Центрально-Черноземного региона* / В. А. Федотов [и др.] ; под ред. В. А. Федотова. — Воронеж : Центр духовного возрождения Черноземного края, 1998. — 398 с.
30. *Рекомендации по использованию полимерных материалов в транспортном и технологическом оборудовании при обработке и переработке зерна.* — М. : Изд. ГУП «Агропрогресс», 2000. — 76 с.
31. *Руцкий А. В.* Экономика, технология хранения и переработки плодов и овощей / А. В. Руцкий, И. В. Кравченко. — Минск : Урожай, 1989. — 198 с.
32. *Скрипников Ю. Г.* Прогрессивная технология хранения и переработки плодов и овощей / Ю. Г. Скрипников. — М. : Агропромиздат, 1989. — 236 с.
33. *Скрипников Ю. Г.* Хранение и переработка овощей, плодов и ягод / Ю. Г. Скрипников. — М. : Агропромиздат, 1986. — 326 с.
34. *Смирнов В. П.* Заготовки, хранение и реализация картофеля, плодов и овощей : справочник / В. П. Смирнов. — М. : Колос, 1990. — 285 с.
35. *Сооружения и оборудование для хранения продукции растениеводства* / А. С. Гордеев [и др.] ; под ред. А. С. Гордеева. — Мичуринск : ГСХА, 1997. — 591 с.
36. *Табаководство* / А. Ф. Бучинский [и др.] ; под ред. А. Ф. Бучинского. — М. : Колос, 1979. — 276 с.
37. *Трисвятский Л. А.* Хранение зерна / Л. А. Трисвятский. — М. : Агропромиздат, 1986. — 432 с.
38. *Трисвятский Л. А.* Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов / Л. А. Трисвятский, Б. Г. Лесик, В. Н. Курдина. — М. : Агропромиздат, 1991. — 387 с.
39. *Федоров М. А.* Промышленное хранение плодов / М. А. Федоров. — М. : Колос, 1981. — 345 с.

40. *Хосни Р. К.* Зерно и зернопродукты / Р. К. Хосни ; пер. с англ. под. общ. ред. Н. П. Черняева. — СПб. : Профессия, 2006. — 336 с.
41. Хранение зерна и продуктов его переработки / Л. И. Мачихина, Л. В. Алексеева, Г. А. Закладной [и др.]. — М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2006. — 100 с.
42. *Чужиков А. Г.* Послеуборочная обработка зерна в колхозах и совхозах / А. Г. Чужиков [и др.] ; под ред. А. Г. Чужикова. — М. : Колос, 1971. — 534 с.
43. *Широков Е. П.* Практикум по технологии хранения и переработки плодов и овощей / Е. П. Широков. — М. : Агропромиздат, 1985. — 167 с.
44. *Широков Е. П.* Технология хранения и переработки плодов и овощей с основами стандартизации / Е. П. Широков. — М. : Агропромиздат, 1988. — 327 с.
45. *Широков Е. П.* Хранение и переработка продукции растениеводства с основами стандартизации и сертификации / Е. П. Широков, В. И. Полегаев. — М. : Колос, 2000. — 413 с.





ПРОИЗВОДСТВО И ПОСТАВКИ ПИЩЕВЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ

для всех отраслей пищевой промышленности

Наш ассортимент:

- ◆ Консерванты: БЕНОСОРБ, сорбат калия, бензоат натрия, сорбиновая кислота, низин
- ◆ Пищевые красители (натуральные и синтетические), в т.ч. с индивидуальным подбором цвета
- ◆ Комплексная пищевая добавка: «Освежитель» для рыбы
- ◆ Интенсивные комплексные подсластители «СЛАД», монокомпоненты
- ◆ Усилители вкуса и аромата
- ◆ Загустители и гелеобразователи: агары, камеди и др.
- ◆ Ароматизаторы
- ◆ Стабилизационные системы

Оказываем технологическую поддержку!

📍 Санкт-Петербург, наб. Обводного канала, д. 207Б

☎ Тел.: 8-800-700-3-444 Факс: (812) 44-92-840

🌐 www.giord.ru ✉ giord@giord.ru



Книги издательства «ГИОРД»

Наше издательство более 20 лет выпускает научно-техническую и учебную литературу, словари и справочники для системы высшего и среднего профессионального образования в области пищевой промышленности и сельского хозяйства.

Рекомендуем обратить внимание на следующие издания:



а также на многие другие книги нашего издательства по сельскому хозяйству (растениеводству, животноводству, ветеринарии) и пищевой промышленности (молочной, мясной, хлебопекарной, кондитерской и др.).

Чтобы приобрести нашу литературу, вы можете воспользоваться системой заказа с сайта www.giord.info, отправить заявку в отдел продаж по электронной почте zakaz@giord.ru или позвонить нам по телефону (812) 449-92-20.

Адрес офиса издательства:

190020, Санкт-Петербург, наб. Обводного канала, 207Б.

Учебное издание


Манжесов Владимир Иванович,
Тертычная Татьяна Николаевна,
Калашникова Светлана Викторовна
[и др.]

**ТЕХНОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ
ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА**



Ответственный редактор *Е. Дудина*

Подписано в печать 15.11.2017.
Формат 60×90/16. Усл. печ. л. 29,0.
Тираж 1000 экз. (1-й завод 1...50). Заказ



ООО «Издательство „ГИОРД“».
190020, Санкт-Петербург,
ул. Курляндская, д. 28, лит. А.
Тел. (812) 449-92-20 или 8-800-700-3-444.

Отпечатано в типографии
ООО «Переплетный Центр».
191121, г. Санкт-Петербург, пр. Римского-Корсакова,
д. 109–111, лит. А, оф. 9–Н.
Тел. (812) 622-21-23.