

ФИЗИОЛОГИЯ ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА И СЕМЯН

1. ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ЗЕРНА И СЕМЯН

При хранении зерна не удаётся создать условия, обеспечивающие наступление полного анабиоза. Поэтому даже в сухом зерне при хранении протекают медленные биохимические процессы, в результате которых в зерне накапливаются изменения, характеризующиеся термином «старение». Это в конечном счёте приводит к потере потребительских достоинств зерна.

Период, в течение которого зерно и семена сохраняют свои потребительские (посевные, технологические и продовольственные) качества, называют **долговечностью**. Долговечность бывает биологическая, технологическая и хозяйственная.

Биологическая долговечность - период, в течение которого из всей партии зерна сохраняют способность к прорастанию хотя бы единичные семена. Для большинства культур она составляет 20...30 лет. Из зерновых культур наименее долговечны семена ржи, из бобовых - сои. *Ячмень и овёс могут сохранять всхожесть до 130 лет, клевер и люцерна до 180 лет.* Понятие биологической долговечности применяют при организации селекционного процесса и разработке приёмов борьбы с сорняками.

Технологическая долговечность - период, в течение которого партии зерна и семян сохраняют товарные свойства, т.е. когда качество зерна позволяет использовать его для технологических целей. Она значительно больше биологической (на порядок). При использовании зерна пшеницы и ржи такого периода хранения мукомольные и хлебопекарные качества его, а также качество печёного хлеба из такого зерна практически не отличаются от аналогичных качеств зерна небольшого срока хранения.

Хозяйственная долговечность - период, в течение которого качество семян соответствует требованиям ГОСТ на посевные качества семян. В условиях РФ для большинства культур ХД составляет 2...3 года, реже 4...5 лет. Больше долговечностью обладают семена пшеницы, ячменя, овса, *свёклы, рапса, горчицы.* Меньше она у *кукурузы, ржи, проса, подсолнечника.*

На долговечность решающее влияние оказывают условия хранения. Чем суше зерно и семена, ниже температура и влажность воздуха в хранилище, тем дольше они сохраняются. С точки зрения длительности хранения зерна и семян в хозяйствах влажность их не должна превышать 14%, а температура 10 °С. Обезвоживание делает семена нечувствительными к колебаниям температуры в пределах 0...20 °С и удлиняет период сохранения всхожести семян. Перспективно хранение сухих семян при отрицательной температуре до -5 °С. При развитии в зерновой массе нежелательных процессов долговечность резко снижается и зерно может потерять свои пищевые, технологические и посевные качества за несколько дней.

Поэтому была предложена новая классификация долговечности семян:

Долголетние – жизнеспособность семян сохраняется в течение 25...27 лет на уровне генетической целостности (100...80%): овёс, ячмень, кукуруза, лён-долгунец, капуста.

Среднедолголетние - жизнеспособность семян сохраняется в течение 25...27 лет на уровне 80...40%: пшеница, рожь.

Недолголетние - жизнеспособность семян снижается в течение 25...27 лет до уровня ниже 40%: соя, конопля, овсяница.

2. ДЫХАНИЕ ЗЕРНА

Дыхание – необходимое условие существования живых организмов, нормальный процесс жизнедеятельности при хранении, при котором зерно и семена получают необходимую для поддержания жизни энергию за счёт диссимиляции запасных питательных веществ, главным образом сахаров. Дыхание может быть **аэробным**, когда за счёт диссимиляции сахара (глюкоза) полностью окисляются с выделением исходных продуктов фотосинтеза - диоксида углерода и воды, и **анаэробным**, когда расщепление происходит с образованием этилового спирта (спиртовое брожение), что может привести к гибели зародыша семени. При достаточном доступе воздуха преобладает процесс аэробного дыхания.

Дыхание приводит к невозвратимым потерям массы сухого вещества зерна, повышению температуры и влажности и негативно сказывается на условиях хране-

ния. Поэтому условия хранения должны быть направлены на минимизацию процесса дыхания, т.е. снижение его жизнедеятельности — введение в состояние анабиоза.

*На интенсивность дыхания влияют влажность и температура зерновой массы, газовый состав воздуха, выполненность и крупность зерна, наличие проросших зёрен и семян. Чаще всего интенсивность дыхания характеризуют количеством диоксида углерода (мг или мл), выделенного 1000 г сухого вещества за 24 часа. Зерно влажностью более 30 %, находящееся в неохлаждённом состоянии при свободном доступе воздуха, теряет 0,05...0,2 % сухих веществ в сутки. Дыхание сухого зерна ничтожно мало, но оно резко возрастает при появлении в зерне свободной влаги, что объясняется активизацией гидролитических и дыхательных ферментов. Такая влажность зерна или семян называется **критической влажностью**. Её значение для различных культур зависит от их химического состава и в условиях хранения при температуре +18+25 С и относительной влажности воздуха до 70% находится в пределах средней сухости зерна и семян. Значения критической влажности для основных культур (%):*

<u>Пшеница, рожь, ячмень, овёс, семена мятликовых кормовых трав</u>	<u>14,5...15,5</u>
<u>Горох, вика, семена бобовых кормовых трав</u>	<u>15...16</u>
<u>Подсолнечник, рапс, лён, морковь</u>	<u>9...11</u>
<u>Кукуруза, просо, сорго, свекла, лук</u>	<u>12,5...14,5</u>
<u>Томаты</u>	<u>11,5...12,5</u>
<u>Огурцы</u>	<u>9,5...10,5</u>
<u>Капуста</u>	<u>9...10</u>

Критическая влажность зерна соответствует равновесной влажности, которая устанавливается при относительной влажности воздуха 65...70%, которую поддерживают в таких пределах в зерно- и семенохранилищах. Зерно и семена основных злаковых культур влажностью ниже критической (сухое зерно) можно хранить в насыпи большой высоты (до 30 м и более). Зерно средней сухости, находящееся на грани критической влажности, также достаточно устойчиво, хотя и дышит в 2...4 раза интенсивнее сухого.

Температура зерновой массы ниже 10°C (до 0°C) является наиболее благоприятной для хранения зерна, поскольку интенсивность дыхания при такой температуре зерна, даже повышенной влажности, ничтожна. При отсутствии свободной воды в зерне его можно хранить при отрицательных температурах практически без потерь. В сухих семенах связанная вода не замёрзнет даже при температуре жидкого азота (-196°C). Максимальная интенсивность дыхания наблюдается при температуре 50...55°C.

Зерновые массы влажностью ниже критической на 2...3 % можно в течение года хранить без обмена воздуха в ней, при этом практически не ухудшаются энергия прорастания и всхожесть. При влажности, близкой к критической, необходимо, при накоплении большого количества CO₂, искусственное продувание.

Интенсивность дыхания увеличивают содержащиеся в ней органические примеси, незрелые, щуплые зёрна, травмированные, проросшие или начинающие прорасти.

3. ПОСЛЕУБОРОЧНОЕ ДОЗРЕВАНИЕ

Комплекс внутренних биохимических процессов, протекающих в зерне и семенах после уборки при хранении, улучшающий их посевные и технологические качества, называют **послеуборочным дозреванием**. Это связано с тем, что зерновые обычно убирают при наступлении технологической спелости зерна, когда накоплен максимальный урожай. Но в зерне в это время ещё идут процессы вторичного синтеза, завершение которых приводит к состоянию полной физиологической спелости, при котором по семенным и технологическим достоинствам зерно имеет наивысшие показатели. Период послеуборочного дозревания длится у ржи 6...12 суток, у овса 4...5 месяцев, у пшеницы и ячменя 1,5...3 месяца. Его продолжительность зависит от сорта, условий формирования, налива и созревания зерна и условий последующего хранения. Семена, не прошедшие послеуборочное дозревание, не могут дать нормальные проростки.

Послеуборочное дозревание возможно только при *влажности зерна* ниже критической, иначе в нём начинают преобладать процессы гидролиза, поэтому при повышенной влажности зерно подвергают консервации тепловой сушкой или охла-

ждением. Однако сухие свежесобранные семена сильно не охлаждают, поскольку ПД наиболее интенсивно проходит при *температуре* 18...24 °С. Послеуборочное дозревание замедляется при недостатке *кислорода*, поэтому в таких случаях эффективны установки активного вентилирования, на которых в дальнейшем семена охлаждают до температуры хранения. Выполнение вышеперечисленных условий позволяет завершить послеуборочное дозревание за 1,5...2 месяца и получить физиологически спелые и жизнеспособные семена.

4. ПРОРАСТАНИЕ ЗЕРНА И СЕМЯН

Прорастание – естественный физиологический процесс, происходящий в жизнеспособном зерне, прошедшем полный цикл созревания. Он связан с активизацией ферментной системы, вызванной воздействием внешних факторов. С физиологической точки зрения это начальный этап жизненного цикла растения. Однако при хранении прорастание совершенно недопустимо.

Для начала прорастания зерна необходимо сочетание таких факторов, как влажность, оптимальная температура и достаточное количество кислорода. Эти факторы обеспечивают активное дыхание зерна, в результате которого высвобождается энергия, используемая для развития нового растения.

Зерно многих культур может прорасти при прочих благоприятных условиях при температуре 0...10 °С. Такая *температура* часто наблюдается в нормально хранящемся зерне и даже желательна, поскольку значительно ограничивает жизнедеятельность микроорганизмов, насекомых и клещей. Зерно может прорасти только при *доступе кислорода* (необходим для аэробного дыхания), иначе в зерновой массе происходит спиртовое брожение, что приводит к гибели зародыша и зерно теряет способность к прорастанию. Поэтому температура и содержание кислорода редко ограничивают прорастание зерна. Важнейшим способствующим прорастанию фактором является *повышенная влажность зерна*.

Прорастание зерна при хранении приводит к изменению биохимических (гидролиз, уменьшение сухой массы зерна) и физических свойств (снижение сыпучести и натурности, увеличение объёма зерна) и в целом к ухудшению технологических свойств (уменьшение стекловидности).

5. САМОСОГРЕВАНИЕ

Жизнедеятельность компонентов зерновой массы сопровождается выделением тепла, которое вследствие плохой тепло- и теплопроводности может задерживаться в ней и приводить к повышению температуры (до 50..60 и максимум 75°C) — **самосогреванию**. Этот наиболее опасный вид порчи зерна происходит в результате интенсивного дыхания зерна основной культуры и примесей, развития микроорганизмов (в первую очередь плесневых грибов), насекомых и клещей. Наиболее быстро самосогревание протекает в свежесобранном зерне. Самосогревание начинается в зерновой массе или каком-то ее участке при температуре не ниже 10°C. Это объясняется малой способностью к газообмену и генерации тепла живыми компонентами зерновой массы при низкой положительной температуре. При более высоких температурах образование тепла превышает его отдачу в окружающее пространство и в зерновой массе возникает очаг самосогревания. Затем тепло перемещается на соседние участки насыпи, что, в свою очередь, способствует активации физиологических процессов и теплообразованию. При запущенных формах самосогревания вся зерновая масса, помещенная в бункер, склад или силос элеватора, оказывается в греющемся состоянии.

Характеризуя процесс самосогревания, принято подразделять его в зависимости от места возникновения и протекания на три *вида*: гнездовое, пластовое и сплошное.

Гнездовое самосогревание. Может возникнуть в любой части зерновой массы в результате одной из следующих причин: увлажнение какого-то участка зерновой массы при неисправности крыш или недостаточной гидроизоляции стен хранилищ; засыпки в одно хранилище (или закром) зерна с различной влажностью, в результате чего создаются очаги (гнезда) повышенной влажности; образование в зерновой массе участков с повышенным содержанием примесей и пыли (а, следовательно, и микроорганизмов) в результате ссыпания вместе резко разнородного по содержанию примесей зерна; скопление насекомых и клещей на одном участке насыпи.

Пластовое самосогревание. В этом случае греющийся слой возникает в насыпи зерна в виде горизонтального или вертикального пласта. Пластовое самосогрева-

ние возникает недалеко от поверхности насыпи или в слоях, близко находящихся от пола и стен хранилища. В зависимости от того, в каком участке насыпи образуется греющийся пласт, различают самосогревание *верховое, низовое и вертикальное*.

Верховое самосогревание. Чаще всего наблюдается поздней осенью и весной. Греющийся слой образуется на расстоянии 15...25 см от поверхности, иногда он проникает на глубине 70...150 см. Верховому самосогреванию осенью особенно подвержено свежееубранное зерно, если его своевременно недостаточно охладили.

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

Вертикальное самосогревание. Более характерно для зерновых масс, хранящихся в металлических бункерах, силосах элеватора, но встречается и в складах при увлажнении какой-либо стены, соприкасающейся с зерновой массой. Иногда такое самосогревание вызывается охлаждением или нагревом одной из стен склада.

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

В зерновых массах, имеющих температуру ниже 10°C, самосогревание никогда не начинается. Само по себе самосогревание прекращается только когда высокая температура полностью уничтожит все живые компоненты зерновой массы. Зерна и семена темнеют («обугливаются»), зерновая масса теряет сыпучесть и пре-

вращается в монолит, зерно полностью теряет семенные, продовольственные, кормовые и технологические качества. Основными приёмами борьбы с самосогреванием является сушка зерна и семян до сухого состояния, затем охлаждение активным вентилированием, очистка от примесей, профилактическое активное вентилирование при хранении.

5. СЛЁЖИВАНИЕ

Слёживание – частичная или полная потеря сыпучести зерновых масс. Сопровождается изменением свойств и качества зерна. Причины слёживания: самосогревание, давление зерна на нижние слои и на участки, прилегающие к стенам хранилищ, замерзание влажного и сырого зерна при его значительном охлаждении, жизнедеятельность различных вредителей и сорных растений.

Слёживание возникает при хранении зерна без перемещения более 1 года. Слёживание зерна недопустимо.

Литература

1. Трисвятский Л.А. и др. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов/ под ред. Л.А. Трисвятского. - М.: Агропромиздат, 1991. - с.
2. Манжесов В.И., Попов И.А., Щедрин Д.С. Технология хранения растениеводческой продукции.— М.: КолосС, 2005. — с. 60-71.
3. Малин Н.И. Технология хранения зерна. — М.: КолосС, 2005. — с. 33-93.
4. Технология хранения зерна: Учебник для вузов / Под ред. Е.М. Вобликова. — СПб.: Издательство «Лань», 2003. — с. 150-215.

ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ЗЕРНА И СЕМЯН

- ⇒ **БИОЛОГИЧЕСКАЯ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ 20-30 ЛЕТ**
СПОСОБНЫ К ПРОРАСТАНИЮ ХОТЯ БЫ ЕДИНИЧНЫЕ СЕМЕНА
- ⇒ **ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ 200-300 ЛЕТ**
ПАРТИИ ЗЕРНА И СЕМЯН СОХРАНЯЮТ ТОВАРНЫЕ СВОЙСТВА
- ⇒ **ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ 2-3 ГОДА**
ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН СООТВЕТСТВУЮТ ГОСТ

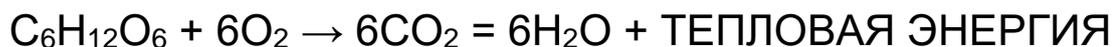
С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА И СЕМЯН
ВЛАЖНОСТЬ ИХ НЕ ДОЛЖНА ПРЕВЫШАТЬ 14%, А ТЕМПЕРАТУРА +10 °С.

КЛАССИФИКАЦИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ СЕМЯН ПО Н.Г. ХОРОШАЙЛОВУ, Н.В. ЖУКОВОЙ

- ⇒ **ДОЛГОЛЕТНИЕ** – ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ СЕМЯН СОХРАНЯЕТСЯ
В ТЕЧЕНИЕ 25...27 ЛЕТ НА УРОВНЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ЦЕЛОСТНОСТИ
(**100...80%**): ОВЁС, ЯЧМЕНЬ, КУКУРУЗА, ЛЁН-ДОЛГУНЕЦ, КАПУСТА.
- ⇒ **СРЕДНЕДОЛГОЛЕТНИЕ** – ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ СЕМЯН СО-
ХРАНЯЕТСЯ В ТЕЧЕНИЕ 25...27 ЛЕТ НА УРОВНЕ **80...40%**: ПШЕНИЦА,
РОЖЬ.
- ⇒ **НЕДОЛГОЛЕТНИЕ** – ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ СЕМЯН СНИЖАЕТСЯ
В ТЕЧЕНИЕ 25...27 ЛЕТ ДО УРОВНЯ **НИЖЕ 40%**: СОЯ, КОНОПЛЯ, ОВ-
СЯНИЦА.

ВИДЫ ДЫХАНИЯ

АЭРОБНОЕ



АНАЭРОБНОЕ (СПИРТОВОЕ БРОЖЕНИЕ)



ПРИ АЭРОБНОМ ДЫХАНИИ ПРОИСХОДИТ:

- ⇒ - ПОТЕРЯ СУХОЙ МАССЫ ЗЕРНА
- ⇒ - УВЕЛИЧЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ЗЕРНА И ВОЗДУХА
- ⇒ - ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА ВОЗДУХА ($\uparrow CO_2$ $\downarrow O_2$)
- ⇒ - ВЫДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОТЫ (2822 ДЖ)

ПРИ АНАЭРОБНОМ ДЫХАНИИ ПРОИСХОДИТ:

- ⇒ - ПОТЕРЯ СУХОЙ МАССЫ ЗЕРНА
- ⇒ - ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА ВОЗДУХА ($\uparrow CO_2$ $\downarrow O_2$)
- ⇒ - ВЫДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОТЫ (118 ДЖ)
- ⇒ - ПОТЕРЯ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ ЗАРОДЫША
(САМООТРАВЛЕНИЕ СПИРТОМ)

РЕЗУЛЬТАТЫ ДЫХАНИЯ

- ⇒ - ВОЗНИКАЮТ НЕВОСПОЛНИМЫЕ ПОТЕРИ СУХОЙ МАССЫ (СЛУЖАТ ОСНОВОЙ ДЛЯ НОРМИРОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОЙ УБЫЛИ)
- ⇒ - ИЗМЕНЯЕТСЯ ГАЗОВЫЙ СОСТАВ ВОЗДУХА – УГНЕТАЕТСЯ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЗЕРНА
- ⇒ - ВЫДЕЛЯЕТСЯ ТЕПЛО – ПРИЧИНА САМОСОГРЕВАНИЯ

НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ДЫХАНИЯ ВЛИЯЮТ

- ⇒ - ВЛАЖНОСТЬ И ТЕМПЕРАТУРА ЗЕРНОВОЙ МАССЫ
- ⇒ - ГАЗОВЫЙ СОСТАВ ВОЗДУХА
- ⇒ - ВЫПОЛНЕННОСТЬ И КРУПНОСТЬ ЗЕРНА
- ⇒ - НАЛИЧИЕ ПРОРОСШИХ ЗЁРЕН И СЕМЯН
- ⇒ - НАЛИЧИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ

УСЛОВИЯ ПРОХОЖДЕНИЯ ПОСЛЕУБОРОЧНОГО ДОЗРЕВАНИЯ

- ⇒ ВЛАЖНОСТЬ ЗЕРНА НИЖЕ КРИТИЧЕСКОЙ
- ⇒ ТЕМПЕРАТУРА ЗЕРНА 18...24 °С.
- ⇒ СВОБОДНЫЙ ДОСТУП ВОЗДУХА

УСКОРЯЮТ ПОСЛЕУБОРОЧНОЕ ДОЗРЕВАНИЕ

- ⇒ АКТИВНОЕ ВЕНТИЛИРОВАНИЕ ЗЕРНА
СУХИМ ПОДОГРЕТЫМ ВОЗДУХОМ
- ⇒ СУШКА ЗЕРНА

УСЛОВИЯ ПРОРАСТАНИЯ ЗЕРНА ПРИ ХРАНЕНИИ

- ⇒ ДОСТАТОЧНОЕ КОЛИЧЕСТВО ВЛАГИ
- ⇒ ОПТИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА
- ⇒ ДОСТАТОЧНОЕ КОЛИЧЕСТВО КИСЛОРОДА

**ПРОРАСТАНИЕ ЗЕРНА ПРИ ХРАНЕНИИ – РЕЗУЛЬТАТ
НЕПРАВИЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ !**

**ОСНОВНОЙ СПОСОБ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ
ПРОРАСТАНИЯ – НИЗКАЯ ВЛАЖНОСТЬ ЗЕРНА**

САМОСОГРЕВАНИЕ –
РЕЗУЛЬТАТ АКТИВНОЙ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ:

- ⇒ ЗЕРНА ОСНОВНОЙ КУЛЬТУРЫ
- ⇒ СЕМЯН СОРНЫХ РАСТЕНИЙ
- ⇒ МИКРООРГАНИЗМОВ
- ⇒ НАСЕКОМЫХ И КЛЕЩЕЙ

ИНТЕНСИВНОСТЬ САМОСОГРЕВАНИЯ ЗАВИСИТ ОТ

- ⇒ СОСТОЯНИЯ ЗЕРНОВОЙ МАССЫ
- ⇒ СОСТОЯНИЯ И КОНСТРУКЦИИ ЗЕРНОХРАНИЛИЩ
- ⇒ УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА
- ⇒ МЕТОДОВ УХОДА ЗА ЗЕРНОМ ПРИ ХРАНЕНИИ

САМОСОГРЕВАНИЕ НЕ НАЧИНАЕТСЯ ПРИ
ТЕМПЕРАТУРЕ ЗЕРНА МЕНЬШЕ 10°C

ВИДЫ САМОСОГРЕВАНИЯ

- ⇒ ГНЕЗДОВОЕ
- ⇒ ПЛАСТОВОЕ:
 - ВЕРХОВОЕ, НИЗОВОЕ, ВЕРТИКАЛЬНОЕ
- ⇒ СПЛОШНОЕ