



Жизнедеятельность зерна.

Дыхание – это нормальный процесс жизнедеятельности зерна при хранении. Кроме того, в свежесобранном зерне идут биохимические процессы, получившие название **послеуборочного дозревания**. При неправильном хранении зерновых масс наблюдается прорастание зерен. Зерна для поддержания жизни получают необходимую им энергию в процессе диссимиляции запасных органических веществ, главным образом сахаров. Расходуемые сахара пополняются в результате **гидролиза крахмала** или **окисления жиров**. **Диссимиляция сахаров** может происходить аэробно, то есть окислением, или анаэробно. При хранении зерна наблюдаются оба вида диссимиляции.

Аэробный процесс диссимиляции происходит при *аэробном дыхании*, когда наблюдается полное окисление гексозы (глюкозы) с выделением исходных продуктов фотосинтеза - *диоксида углерода и воды*. При **анаэробном дыхании** идет анаэробная диссимиляция, которая представляет собой спиртовое брожение, при этом гексоза расщепляется с образованием этилового спирта. При достаточном доступе воздуха в зерне преобладает процесс аэробного дыхания.

Представление о типе дыхания можно получить по *дыхательному коэффициенту* $ДК = CO_2 : O_2$. При полностью аэробном дыхании $ДК = 1$. При анаэробных процессах увеличивается количество выделяемого диоксида углерода (без потребления кислорода воздуха). Если часть кислорода семена расходуют не только на дыхание, но и на другие нужды, например на окисление жиров, дыхательный коэффициент меньше единицы. Это характерно для семян **масличных культур**.

Величина дыхательного коэффициента у зерна злаковых и семян бобовых культур при хранении всегда больше единицы при низкой влажности зерна, приближается к единице у зерна влажностью 16 - 17% и меньше единицы при влажности более 17%. **В результате диссимиляции** в зернах происходят такие изменения, как потеря массы сухих веществ зерна, увеличение гигроскопической влаги в зерне и повышение влажности воздуха межзерновых пространств, изменение состава воздуха межзерновых пространств, выделение тепла. Вода, выделяющаяся при дыхании, удерживается *зерном*. В результате увеличивается его влажность, что приводит к более интенсивному газообмену и создает условия для развития микроорганизмов.

Влагонасыщенность воздуха межзерновых пространств может возрасти до предела и приводить к образованию конденсата на поверхности зерен — их «отпотеванию». Такие явления особенно характерны для свежесобранной зерновой массы. **В результате дыхания зерна** выделяется также диоксид углерода. Если хранящееся зерно не перемещают, то диоксид углерода задерживается в межзерновых пространствах. **В зерновой массе** создаются условия, вынуждающие живые организмы переходить на анаэробный тип дыхания. Продукт анаэробного дыхания - этиловый спирт. Он угнетающе действует на функции клеток и приводит к потере жизнеспособности зерна. Особенно это наблюдается во внутренних участках больших насыпей и в достаточно герметичных хранилищах. **В процессе диссимиляции** освобождается энергия. В покоящихся зернах почти все тепло выделяется в окружающую среду. Образующееся в зерновой массе тепло вследствие ее плохой теплопроводности может задерживаться в ней и приводить к **самосогреванию**. Таким образом, **при дыхании зерна** происходят потери массы сухого вещества, увеличивается влажность зерновой массы, изменяется состав воздуха межзерновых пространств и накапливается тепло. Все это приводит к необходимости организации хранения зерновых масс в условиях, сокращающих до минимума процессы дыхания.

Факторы, влияющие на интенсивность дыхания

Интенсивность процесса дыхания выражают несколькими показателями:



1. потерей массы сухих веществ (в миллиграммах или процентах),
2. количеством тепла, выделяемого при дыхании (калориметрически),
3. количеством поглощенного кислорода или выделенного диоксида углерода. Для определения интенсивности дыхания используют различные аппараты.

Факторы, влияющие на интенсивность дыхания зерна всех культур делят на две группы:

- влияющие на интенсивность дыхания в любой зерновой массе (к ним относят влажность, температуру и степень аэрации зерновой массы)
- имеющие значение только при хранении отдельных партий зерна со специфическими особенностями.

Критическая влажность зерна и семян

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

Влажность, при которой в зерне появляется свободная влага и резко возрастает интенсивность дыхания зерна и семян, называют **критической**.

Величины **критической влажности зерна** и семян различных культур следующие (%):

- гороха, фасоли, чечевицы - 15...16
- пшеницы, ржи, ячменя - 14,5...15,5
- кукурузы, проса, сорго, столовой свеклы - 12,5...14
- томатов – 11,5...12,5
- подсолнечника (среднемасличного), моркови - 10...11
- огурцов - 9,5...10,5
- капусты – 9...10
- подсолнечника (высокомасличного) – 0...8

Зерно и семена основных злаковых культур влажностью до 14 % (ниже критической) устойчивы. Их можно хранить в насыпи большой высоты (до 30 м и более). *Зерно* средней сухости, находящееся на грани критической влажности, дышит примерно в два - четыре раза интенсивнее сухого, но у него малый газообмен, поэтому такое зерно достаточно устойчиво при хранении. Влажное зерно дышит в 4...8 раз интенсивнее сухого, сырое (влажностью свыше 17 %) - в 20...30 раз энергичнее сухого.

Температура зерновой массы с повышением температуры интенсивность дыхания зерна увеличивается.

При высоких температурах (50°C и более) интенсивность дыхания снижается вследствие разрушения веществ, входящих в состав клеток зерна (белков, ферментных систем и др.).

Влияние температуры на дыхание зерна зависит и от времени воздействия данной температуры. Так, максимальная интенсивность дыхания зерна пшеницы при температуре 50...55°C проявляется только короткий срок.

При пониженных температурах газообмен резко снижается.

При температуре 0 и 10°C интенсивность дыхания зерна даже влажностью 18 % ничтожна. Критическая *влажность зерна* пшеницы отчетливо проявляется лишь при температуре 18°C и выше. Поэтому для сохранения зерна так важно поддерживать пониженные (до 10°C) температуры.



Состав газовой среды. Интенсивность и характер дыхания зерна и семян напрямую зависят от состава окружающей среды. Только в присутствии кислорода возможно их нормальное (аэробное) дыхание. Особенно это важно для семян с влажностью, близкой к критической или выше ее. На сухое же зерно существенно не влияют даже большие концентрации диоксида углерода и отсутствие кислорода, так как интенсивность дыхания у такого зерна ничтожно мала.

При длительном хранении зерновых насыпей без перемещения и вентиляции в межзерновых пространствах иногда создаются условия для накопления диоксида углерода и потери кислорода. Состав газовой среды чаще изменяется в зерновых массах, хранящихся во железобетонных силосах элеватора, а также в складах из камня, кирпича и железобетона с плотными полами (асфальтовыми и т.п.)

Таким образом, **зерновые массы** (основных зерновых и бобовых) влажностью ниже критической на 2-3% довольно длительное время сохраняют всхожесть и энергию прорастания без обмена окружающего газового состава воздуха. Зерновые массы влажностью, близкой к критической и выше, при недостатке кислорода теряют посевные качества в первые месяцы хранения.

Интенсивность дыхания зависит от вида зерна. Так, дыхание у зерен кукурузы, проса, овса, семян подсолнечника более интенсивное, чем у пшеницы, ржи, ячменя, бобовых. Примесь незрелых, щуплых, травмированных, проросших зерен резко увеличивает интенсивность дыхания.

Зерновые массы влажностью, близкой к критической и выше, при недостатке кислорода теряют посевные качества в первые месяцы хранения.

Все зерновые массы, содержащие зерна с различными отклонениями, характеризуются повышенной интенсивностью дыхания и менее стойки при хранении.

Послеуборочное созревание

Партии свежубранного зерна еще не обладают хорошими технологическими качествами, т.к. ко времени уборки зерно не достигает полной физиологической спелости, в нем не закончены процессы вторичного синтеза. При благоприятных условиях хранения в зерне повышается **энергия прорастания**, и улучшаются некоторые технологические свойства: уменьшается количество водорастворимых веществ и небелкового азота, из сахаров синтезируется крахмал, из жирных кислот и глицерина – жир.

Комплекс процессов, происходящих в зерне при хранении, называют **послеуборочным созреванием**.

По мере завершения этих процессов активность ферментов и *интенсивность дыхания зерна* понижаются, оно становится физиологически зрелым и вступает в состояние покоя.

Послеуборочное дозревание происходит только в тех случаях, когда процессы синтеза в семенах преобладают над гидролизом. И возможно это только при низкой влажности зерна.

В свежубранном зерне повышенной влажности преобладают процессы гидролиза. В этих условиях посевные качества семян не только не улучшаются, но могут и снизиться. Поэтому необходимо принимать срочные меры для консервации семян сушкой или охлаждением. **Тепловая сушка** не только останавливает гидролитические процессы, но и способствует послеуборочному дозреванию.

На ход процессов послеуборочного дозревания в большой степени влияет температура. Семена дозревают только при положительной температуре и наиболее интенсивно при 15...30°C. Поэтому в первый период



хранения сухие свежесобранные семена сильно не охлаждают. С помощью сушки процессов дозревания протекают в течение 1...2 мес.

Если *семена* повышенной влажности нельзя высушить, то их консервируют охлаждением (но не промораживанием). Послеуборочное дозревание завершается через некоторое время после снижения влажности и повышения температуры. Недостаток кислорода и накопление в *зерновой массе* диоксида углерода замедляют дозревание, а иногда даже снижается первоначальная *всхожесть семян*.

В северных районах страны благоприятные условия для послеуборочного дозревания зерна трудно обеспечить. В некоторые годы урожай здесь убирают в дождливую погоду, в результате зерно поступает на хранение с повышенной влажностью. Только *сушка* или временное охлаждение позволяют сохранить жизнеспособность и хорошую *всхожесть зерна*.

Таким образом, первый период хранения зерновых масс нового урожая по активности и многообразию протекающих в них процессов наиболее сложен. В это время необходимы специфический подход организации хранения партии зерна с различной влажностью и систематический контроль за его состоянием. В этот период рекомендуется проводить ежедневной проверки температуры свежесобранной зерновой массы и наблюдать за ее состоянием.

Проращение зерна при хранении

Проращение сопровождается интенсивным *дыханием зерна*, значительным выделением энергии, большими потерями сухих веществ (иногда до 45-47%), ухудшением технологических качеств.

Проращение зерна любого целевого назначения при хранении недопустимо.

Влажность - единственный фактор, ограничивающий возможность проращения зерна во время хранения. Другие условия, способствующие проращению (температура и кислород), присутствуют практически всегда.

Для проращения зерна необходимо наличие капельно-жидкой влаги, позволяющей семенам набухнуть и начать проращать.

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

Жизнедеятельность микроорганизмов.

Ежегодно в мировом хозяйстве при хранении теряют до 1...2% сухих веществ зерна в результате активной жизнедеятельности его микрофлоры, главным образом бактерий и плесневых грибов. Потери массы сопровождаются и огромными потерями качества. Наибольшее воздействие микроорганизмов наблюдают в зонах с повышенной влажностью, когда убираемый урожай представляет благоприятную среду для развития сапрофитной микрофлоры.



Факторов, влияющих на развитие сапрофитов, очень много.

Решающее значение имеют: средняя **влажность зерновой массы** и влажность ее отдельных компонентов (основного зерна, примесей и воздуха межзерновых пространств), температура и степень аэрации.

Существенную роль играют целость и состояние покровных тканей зерна, его жизненные функции, количество и видовой состав примесей.

Зерновая микрофлора может сохраняться длительное время даже в условиях, исключающих ее активное развитие. Правда, численность микроорганизмов постепенно уменьшается, изменяется ее видовой состав. При длительном хранении постепенно отмирают неспоровые бактерии, а бактерии, образующие споры, и споры плесневых грибов сохраняются.

В свежесобранном зерне присутствуют типичных **эпифитных бактерий**, не образующих спор (подвижная мелкая палочка). Эти бактерии не могут разрушать (гидролизовать) оболочки зерна и не участвуют непосредственно в его порче. Однако они выделяют много тепла, чем и способствуют возникновению самосогревания. Эпифитные бактерии гибнут при активном развитии на зерне **спорообразующих бактерий** и плесневых грибов. Это позволяет считать эпифиты биологическим индикатором и по их содержанию судят о свежести сроке хранения данной партии зерна.

Спорообразующие бактерии в зерновой массе представлены главным образом картофельной и сенной палочками. Это типичные сапрофиты, споры их очень устойчивы, поэтому эти палочки сохраняются в зерновой массе длительное время. Численность сапрофитов сильно возрастает при длительном хранении, особенно, если партии зерна сильно запылены или подверглись самосогреванию.

Картофельная и сенная палочки активно участвуют в процессе самосогревания и форсируют его в зоне высоких температур (30...40°C). Споры их очень устойчивы: они выдерживают нагревание до 109-1130С в течение 45 мин, а кипячение - несколько часов. При помолу зерна значительная часть их попадает в муку. Если споры не подавляются в процессе приготовления теста (для этого повышают его кислотность), то при выпечке хлеба они сохраняются.

При известных условиях (медленном охлаждении хлеба после выпечки или хранения его при повышенных положительных температурах) палочки бурно размножаются в мякише, хлеб портится. Такой порок печеного хлеба называют **тягучей или картофельной болезнью**. При ее развитии мякиш теряет упругость, делается липким и тянущимся, в нем появляются тонкие серебристые нити, образуются очень неприятные запах и вкус. Хлеб становится непригодным для употребления. Разрушение хлеба и образование запаха происходят под действием ферментов, гидролизующих белки и крахмал.

Микрофлора зерновой массы почти полностью состоит из аэробных микроорганизмов, количество строгих анаэробов в ней ничтожно. В связи с этим только полная герметизация *зерновой массы* и отсутствие запаса в ней кислорода исключают возможность развития аэробных микроорганизмов.

Основную часть *микрофлоры зерновой массы* составляют **мезофильные микроорганизмы** (минимум развития при температуре 5 - 100С, оптимум - при 20...40 и максимум - при 40..45°C). Следовательно, понижение температуры зерновых масс до 8...100С и ниже задерживает развитие микроорганизмов.

Низкие температуры оказывают в основном лишь консервирующее действие на микрофлору. Часть ее, например, многие плесневые грибы, может медленно развиваться в этих условиях и даже при более низкой температуре (0 - 5°C).



Влажность- важнейшее условие, определяющее возможность развития микроорганизмов в зерновой массе. Чем больше свободной влаги в зерне и примесях, тем интенсивнее развиваются микроорганизмы.

Наименее требовательны к влаге **плесневые грибы**. Они активно развиваются при влажности зерна 15..16 %. Колонии **бактерий и дрожжей** образуются только при влажности 18 % и более.

Решающий фактор в начальный период развития микроорганизмов - неравномерность распределения влаги в зерновой массе. Это особенно характерно для свежесобранной зерновой массы, где влажность компонентов (отдельных зерен, семян сорных растений) может быть различной.

Особо благоприятные условия для бурного развития бактерий и плесневых грибов создаются при образовании на поверхности зерна *конденсата* (капельно-жидкой влаги).

Травмированные зерна (дробленые, колотые, с поврежденными оболочками) способствуют активному развитию микроорганизмов. При нарушении покровных тканей внутренние части зерна становятся доступными для питания многих микроорганизмов, не способных разрушать клетчатку, ускоряется развитие плесневых грибов.

На развитие, численность микрофлоры, ее видовой состав влияют примеси – их количество и состав. Чем больше примесей в зерновой массе, тем более насыщена она микроорганизмами. Особенно обильной микрофлорой отличаются испорченные и битые зерна, органический и минеральный сор. В зависимости от засоренности зерновой массы пшеницы от 31 до 66% микрофлоры находится в примесях.

Решающее влияние на состояние и качество зерновой массы оказывают плесени хранения. В свежесобранном зерне их очень мало, но с увеличением срока хранения они активно развиваются, содержание плесневых грибов возрастает в сотни и тысячи раз, изменяются признаки свежести партии зерна, понижается всхожесть и выделяется огромное количество тепла. Кроме того, среди них имеются штаммы, образующие микотоксины. Больше всего токсинов накапливают **аспергилловые грибы**.

Таким образом, как в свежесобранной, так и в долго хранившейся зерновой массе сначала развиваются **плесневые грибы**. Они более приспособлены к существованию, чем бактерии и дрожжи. Но при активном развитии плесневых грибов изменяется и их видовой состав.

Так называемые «**полевые**» **плесени**, характерные для эпифитной микрофлоры зерна, исчезают и вместо них развиваются -типичные плесени хранения. Присутствие большого количества плесеней хранения и отсутствие «полевых» указывает на активные микробиологические процессы. Такие зерновые массы при дальнейшем хранении менее устойчивы.

Жизнедеятельность насекомых и клещей.

Вредители хлебных запасов - насекомые и клещи при благоприятных условиях интенсивно питаются, дышат и размножаются.

Насекомые и клещи находятся в *зерновых массах*, продуктах переработки зерна (муке, крупе, комбикормах) и хранилищах, где они расселяются в трещинах конструкций, стенах, опорах, полах, там, где возможно скопление остатков продуктов: просыпей, органической пыли.



Таким образом, зерно могут заразить вредители, уже находившиеся в хранилищах. Иногда подготовленное хранилище заражается от помещенных в него зараженных партий зерна.

Насекомые и клещи различных стадий развития могут длительное время находиться без пищи. Если хранилище не очищено от органических остатков, зараженность сохраняется в течение года или нескольких лет.

Зерновые продукты и хранилища могут оказаться зараженными в результате заноса вредителей грызунами и птицами. На их покровах очень часто обнаруживают большое количество клещей, а иногда и мелких насекомых. Кроме того, вредители могут попасть в хранилище вместе с инвентарем и тарой, иногда их заносит сильный ветер со стороны зараженных объектов.

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

Для большинства вредителей температурный оптимум находится в пределах 26...29°C. У клещей он различается больше. Для мучного клеща оптимальны более низкие температуры (14...23°C), для клеща Родионова — 29-35°C.

Среди *вредителей* зерна существуют более и менее теплолюбивые (зерновой точильщик, рисовый долгоносик, амбарная моль и др.). При температуре 12...16°C размножение насекомых сильно задерживается, замедляется их развитие.

Большинство насекомых плохо переносит температуру 10 - 11°C. В этих условиях насекомые становятся малоподвижными и вяло питаются. При температуре около 0°C наступает окоченение, а при более низкой - смерть насекомых.

Более устойчивы к пониженным температурам *клещи*.

Температуру —1...—1,5°C **амбарные долгоносики** выдерживают более 70 дней, рисовые — 16, суринамские мучоеды — 26, хрущаки — 17 дней.

При *температуре* более 35°C прекращается кладка яиц. Температура выше 38...40°C вызывает тепловое оцепенение, более высокая (48...55°C) - гибель насекомых. Однако уничтожение вредителей высокой температурой находится на границе безопасного нагревания зерновой массы, поэтому для обеззараживания зерно и семена сушат очень осторожно.

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



На развитие насекомых и клещей влияет и влажность зерновой массы. Только при наличии в продуктах определенного количества влаги насекомые и клещи могут существовать и размножаться.

Насекомым и клещам необходим кислород. Наиболее интенсивный газообмен наблюдается в фазе личинки и взрослого насекомого. При недостатке кислорода в отдельных слоях насыпи насекомые и клещи перемещаются на участки, более насыщенные воздухом, то есть к поверхности насыпи и стенам хранилища.

Примесь в зерновой массе травмированных зерен и мелких органических частиц способствует развитию насекомых и клещей, так как служат доступной питательной средой. Например, хлебные и волосатые клещи не могут питаться целыми, нетравмированными зёрнами.

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

Насекомых и клещей в зерновых массах и хранилищах уничтожают различными препаратами, при этом используются механические, химические и др. способы дезинсекции.

Механическими способами (например, пропуском через зерноочистительные машины, сепарированием воздуха) из *зерновой массы* удаляют большую часть вредителей, но полное обеззараживание невозможно. При дальнейшем хранении без понижения температуры зараженность вновь растет. Кроме того, механические воздействия сопровождаются *травмированием* зерна, и тем самым, создаются предпосылки к большему развитию вредителей.

Несмотря на различную вредоносность насекомых, развитие их в зерновых продуктах всегда очень опасно и приводит к потерям массы и качества.

Наличие клещей в партиях зерна и семян также снижает их ценность, однако не связано с такими потерями, и во многих случаях не ухудшает посевные качества и продовольственные свойства зерна. Это объясняется большой потребностью их во влаге, неспособностью питаться целыми, неповрежденными зёрнами и т. д.

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

Образование тепла в зерновой массе

Дыхание живых компонентов *зерновой массы* сопровождается выделением тепла. Вследствие плохой тепло- и теплопроводности образующееся тепло может задерживаться в ней и приводить к самонагреванию (самонагреванию). Таким образом, самонагревание *зерновой массы* — следствие ее физиологических и физических свойств.

Температура зерновой массы при запущенных формах самонагревания достигает 55...65°C и в редких случаях 70...75°C. Затем зерновая масса постепенно естественно охлаждается. Зерна и семена темнеют



(«обугливаются»), зерновая масса теряет сыпучесть и превращается в монолит. Полностью утрачиваются посевные, хлебопекарные и другие технологические качества. В некоторых случаях зерно приобретает токсические свойства.

Даже при меньшей температуре (25-30°C) заметны ухудшения качества и потеря массы сухих веществ на несколько процентов. Вот почему необходимо понимать процесс теплообразования в зерновой массе, уметь своевременно обнаруживать начало процесса и быстро его ликвидировать. Конечно, самое правильное — организовать хранение зерновых масс так, чтобы исключить возможность самосогревания. Образование и накопление тепла в зерновой массе происходит вследствие следующих причин:

- интенсивного дыхания зерна основной культуры, а также зерен и семян, входящих в состав примесей
- активного развития микроорганизмов
- интенсивной жизнедеятельности насекомых и клещей.

Перечисленные **источники теплообразования** очень существенны. Однако самосогревание может быть вызвано жизнедеятельностью одних микроорганизмов, среди которых важнейшие и устойчивые продуценты тепла - плесневые грибы. Обладая огромной интенсивностью дыхания и теплообразовательной способностью, развивающийся мицелий использует на свои нужды всего 5 - 10% освобождаемой энергии. В результате жизнедеятельности самого зерна, когда различными приемами с его поверхности удаляют микрофлору, даже при довольно высокой влажности (20% и несколько более) самосогревание не наблюдается.

При массовом развитии в насыпях зерна клещей и насекомых им принадлежит существенная роль в теплообразовании. Она особенно заметна, когда влажность зерновой массы низка, и это не позволяет активно развиваться микроорганизмам. Велика также роль семян сорных растений.

Развитие процесса самосогревания и его виды

Скорость развития процесса зависит от состояния зерновой массы, ее влажности, физиологической активности и т. д. Например, в свежесобранном зерне с повышенной влажностью, значительным содержанием примесей и более высокой первоначальной температурой (15 - 20°C) процесс развивается очень быстро. При меньшей влажности и температуре зерновой массы развитие самосогревания замедляется.

Необходимо обратить внимание еще на начальную температуру возникновения процесса. 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 возрастает **термогенез**, образование тепла превышает его отдачу в окружающее пространство и в зерновой массе возникает очаг самосогревания. Затем тепло перемещается на соседние участки насыпи, что, в свою очередь, способствует активации физиологических процессов и теплообразованию. При запущенных формах самосогревания вся зерновая масса оказывается в греющем состоянии.

Быстрое нарастание температуры в зерновой массе при любом начальном темпе самосогревания происходит, когда ее температура достигает оптимальной для мезофильной микрофлоры и особенно плесневых грибов (25...30°C). В данных условиях резко повышается интенсивность дыхания зерна и семян. После достижения температурного максимума, при котором прекращается жизнедеятельность даже самых теплолюбивых (термофильных) бактерий, самосогревание прекращается, но зерновая масса оказывается совсем испорченной.



Такая **динамика и изменение видового состава микрофлоры** при самосогревании типичны. В начале самосогревания увеличивается численность микрофлоры. С повышением температуры в интервале 24...35°C общее количество микроорганизмов уменьшается и на смену появляются микрококки и плесневые грибы. Дальнейшее повышение температуры сопровождается бурным развитием микрококков, плесневых грибов и спорообразующих бактерий при значительном снижении общей численности микроорганизмов. Если процесс самосогревания останавливают сушкой или охлаждением на каком-то этапе, соответственно этому будет и микрофлора зерновой массы.

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

Гнездовое самосогревание

Может возникнуть в любой части зерновой массы в результате одной из следующих причин:

- увлажнение какого-то участка зерновой массы при неисправности крыш или недостаточной гидроизоляции стен хранилищ
- засыпки в одно хранилище (или заком) зерна с различной влажностью, в результате чего создаются очаги (гнезда) повышенной влажности
- образование в зерновой массе участков с повышенным содержанием примесей и пыли (следовательно, и микроорганизмов) в результате ссыпания вместе резко разнородного по содержанию примесей зерна
- скопление насекомых и клещей на одном участке насыпи.

Пластовое самосогревание

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

Верховое самосогревание

Наблюдается поздней осенью и весной. Даже при небольшой высоте насыпи (1 - 1,5м) греющийся слой образуется на расстояний 15...25 см от поверхности, при большей высоте он возникает на глубине 70 - 150 см. Верховому самосогреванию осенью особенно подвержено свежееубранное зерно, если его своевременно недостаточно охладили.

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

Весной и в начале лета **температура внутренней части зерновой массы** низкая, зимняя, а поверхностные слои прогреваются теплым воздухом, возможны также конденсация водяных паров и усиленное развитие физиологических процессов. Весеннее верховое самосогревание особенно характерно для теплой ранней весны после зимы с большими морозами. При резких перепадах температур верховое самосогревание в данный период наблюдается в сухих и даже длительно хранившихся зерновых массах. При верховом



самосогревании в связи с тепломассообменными свойствами зерновой массы температура ее внутренних участков, находившихся ниже греющегося слоя, попытается медленно.

Низовое самосогревание

Развивается горизонтальным пластом в нижней части зерновой массы на расстоянии 20 - 50 см от пола. Это наиболее опасный вид пластового самосогревания, так как тепло, образующееся в нижних участках насыпи, легко перемещается в лежащие выше слои, и вся зерновая масса за короткий период подвергается самосогреванию. Низовое самосогревание обычно возникает ранней осенью при загрузке 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. При хранении семян к закрамам одна из стен которых наружная, может произойти вертикально-пластовое самосогревание. Оно исключается, если стена закрома на 50...60 см удалена от наружной стены склада.

Сплошное самосогревание

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

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

Не всякое повышение *температуры зерновой массы* свидетельствует о начале самосогревания.

Зерновые массы обладают большой **тепловой инерцией**, поэтому установленная в какой-то момент температура насыпи, заметно отличающаяся от температуры воздуха в складе, может быть следствием **тепловой инерции зерна**.

Показатели качества зерна.

Вещества, входящие в состав *зерна*, распределены очень неравномерно. Наибольшее количество клетчатки, гемицеллюлоз, пентозанов и минеральных веществ находится в покровных тканях. Зародыши содержат много белка, сахара и жира.



Внутренняя часть зерновки – эндосперм – содержит практически весь крахмал зерна и основную массу белков. У семян масличных почти весь жир и большая часть белков находятся в семядолях или ядре. В пределах отдельных частей зерна также наблюдается неравномерность распределения вещества. Например, в периферийных частях эндосперма содержится больше клейковину образующих белков, чем в центре. Наибольшее количество клейковины сосредоточено в краевой части эндосперма, примыкающей к алейроновому слою. Разные части зерновки имеют и качественные различия. Так, жир эндосперма отличается от жира зародыша.

Особенности в распределении химических веществ используют при оценке качества и переработке зерна. В недостаточно выполненном, щуплом зерне возрастает содержание клетчатки, пентозанов и золы, при этом уменьшается количество крахмала. Выход белой муки из такого зерна снижается, хуже и качество ее. Неравномерное распределение белков в эндосперме позволяет получать из одного и того же зерна два вида муки: богатую белками и бедную белками, но с повышенным содержанием крахмала.

При использовании зерна применяются различные **показатели и методы** оценки его качества. Обычно используются универсальные показатели, по которым можно судить о пищевой, кормовой и технической доброкачественности партии зерна. Такие показатели делятся на три группы.

1. **Обязательные для всех партий зерна**, используемых на любые цели. Показатели этой группы определяют на всех этапах работы с зерном. К ним относят: признаки свежести и зрелости зерна (внешний вид, запах, вкус), зараженность вредителями хлебных запасов, влажность и содержание примесей. Эти показатели включены в **ГОСТы** и в **заготовительные кондиции**.
2. **Обязательные при оценке партий зерна** для определенного назначения. К нормируемым показателям этой группы относят **натуру** (пшеницы, ржи, ячменя, овса), крупность, содержание ядра и цветковых оболочек (зерно и семена для производства круп), **всхожесть и энергию прорастания** (у пивоваренного ячменя, у ржи, овса и проса – в производстве солода и спирта).

К **специфическим показателям пшеницы** относят стекловидность, количество и качество СК.

3. **Дополнительные показатели качества**. Их проверяют по мере необходимости. Иногда определяют полный химический состав зерна или определенных веществ, состав микрофлоры, микотоксины, соли тяжелых металлов и др. эти показатели определяются в специализированных лабораториях.

Массу зерна в определенном объеме называют *объемной, или натурой*. Ее измеряют в граммах на литр или в кг на гектолитр. При стабильных условиях засыпки зерна плотность укладки его, масса зерна в данном *объеме* и даже в пределах одной культуры будет различной. Объясняется это тремя причинами: различной выполненности зерна, неодинаковым количеством и составом примесей в **зерновой массе**, разной влажности зерна. Чем хуже оно выполнено и чем больше в нем влаги и примесей, тем ниже **натура зерна**.

Максимальная натура зерна ячменя и овса при влажности 15-16%.

На натуру существенно влияют различные фракции сорной примеси. Легкие примеси (органические) заметно снижают ее, минеральные, наоборот, увеличивают. Однако в целом примеси уменьшают **натуру зерна**. В засоренных партиях с повышенной влажностью натура снижается и вследствие меньшей сыпучести зерновой массы, ее более рыхлой укладки в мерном стакане пурки. После очистки и сушки заметно возрастает, однако при плохой выполненности зерна все же остается пониженной.

Выполненность зерна имеет большое технологическое значение и характеризует его пищевую ценность. В выполненном зерне содержится больше эндосперма (ядра).



При неблагоприятных условиях формирования зерна масса оболочек возрастает, а содержание эндосперма уменьшается. Значительное увеличение приводит к уменьшению выхода ценной части продукции (муки, крупы, растительного масла).

О выполненности зерна можно судить по его плотности. Чем больше в зерне эндосперма, тем больше в нем углеводов и белков – веществ с максимальной плотностью. Плотность крахмала 1,5, белков 1,24-1,31, жира 0,9-0,98. При плотности зерна озимой пшеницы 1,374 плотность эндосперма 1,472, зародыша 1,275, оболочек 1,106. Оболочки, несмотря на высокое содержание клетчатки, обладает меньшей плотностью, так как имеет пористую структуру. В связи с этим партии зерна с дефектными зернами, объединенным или деформированным эндоспермом также имеют пониженную плотность.

Методы определения плотности сложны, поэтому этот признак при оценке качества не применяют.

При продаже зерна за каждые 10 г/л начисляется надбавка в размере 0,1%. В таком же размере производят и скидку за пониженную натуру по сравнению с базисом.

Если влажность зерна пшеницы превышает базисную норму, то за каждый процент влажности свыше базисной натуру увеличивают (г/л): для яровой на 5, для озимой на 3.

Натуру определяют на специальных приборах – **пурках**. Каждая *пурка* снабжена весовым устройством, разновесом и мерным стаканом.

В партиях зерна многих культур (кукуруза, просо, гречиха, рис, горох и др.) натуру не определяют.

Показатели объемной массы используются для расчета потребной вместимости хранилищ. Так для высоконатурного зерна требуется меньшая емкость. Кроме того, зная **объем зерновой массы** и натуру зерна, можно вычислить массу хранимой партии.

Крупность и выравненность

Выравненность зерна – это однородность партии зерна по его крупности. Если в партии *зерно* в основном одинаковое по размерам, то его считают выровненным. Эти показатели важны как в оценке качеств зерна, так и технологических свойств.

К **неоднородности зерна** в партии по крупности и выравненности приводят следующие причины: особенности формирования зерна в колосе, расположение соцветий на растении, агротехника, погодные условия. **Выровненные партии зерна** получают после сепарирования (сортирования) на зерноочистительных или сортирующих машинах. **Переработка** выровненного *зерна* дает больший выход продуктов и лучшее их качество. При хорошей выравненности зерна выше качество солода.

Мелкое зерно менее ценно. При очистке оно уходит вместе с мелкими примесями в отходы, и этим снижают выход продуктов. Извлекать такое зерно из отходов очень трудно. В мелком зерне процент оболочек к его массе больше, чем у крупных зерен. Такое зерно хуже обрушивается, что **снижает качество крупы**. Обычно **мелкое зерно** используют на *корм* скоту и птице или в производстве комбикормов.

Данный признак для разных целей использования нормируют неодинаково. У крупяных *культур* мелкие *зерна* относят к сорной примеси. Строго нормируют крупность и выравненность *зерна ячменя* в



пивоваренном, крупяном, мукомольном и спиртовом производстве, а также в зерне овса крупяного направления и семенах бобовых культур.

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

Пленчатость и содержание ядра

Общий выход крупы и ее отдельных сортов при переработке зерна пленчатых культур, прежде всего, зависит от процентного содержания чистого ядра и пленок. Поэтому в стандартах на зерно крупяных культур указано минимально допустимое для кондиционного зерна содержание ядра: для овса не менее 62%, для гречихи 71%, для проса и риса 74%.

Пленчатость определяют в чистом зерне основной культуры, то есть без учета сорной и зерновой примесей в партии и навеске.

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

Пленчатость зерна риса, проса, гречихи и овса определяют в соответствии с **ГОСТ 10843—76**. Ее устанавливают при помощи фарфоровой ступки и пестика или приборов ГДФ, оборудованных шелушильным и пневматическим устройством.

Пленчатость ячменя для производственных целей пока не определяют, потому что необходимо растворять вещества, склеивающие цветковые пленки с ядром.

Своеобразной «**пленчатостью**» и различным содержанием ядра обладает семянка подсолнечника. Грубую и прочную плодую оболочку семянки называют лузгой, ее количество в процентах массы семени - **лузжистостью**.

У семян **масличного подсолнечника** она достигает 27...39, у **грызового** 65 %. От лузжистости наряду с масличностью ядра зависит выход масла из каждой перерабатываемой партии.

Режимы и способы хранения зерновых масс основаны на их свойствах. Правильное использование взаимосвязей этих свойств и взаимодействия между зерновой массой и окружающей средой (хранилищем, атмосферой) обеспечивает наибольшую технологическую и экономическую эффективность при хранении.

На состояние и сохранность зерна влияют такие факторы, как влажность и температура зерновой массы и окружающей ее среды, доступ воздуха к зерновой массе (степень аэрации). Данные факторы положены в основу режимов хранения.

Применяют три режима хранения зерновых масс:

- в сухом состоянии, то есть с влажностью до критической,



- в охлажденном состоянии (когда температура зерна понижена до пределов, значительно тормозящих жизненные функции компонентов зерновой массы);
- без доступа воздуха (в герметическом состоянии).

Кроме того, обязательно **используют вспомогательные приемы**, направленные на повышение устойчивости зерновых масс при хранении. К таким приемам относят очистку от примесей перед закладкой на хранение, активное вентилирование, химическое консервирование, борьбу с вредителями хлебных запасов, соблюдение комплекса оперативных мероприятий и др.

При выборе **режима хранения** учитывают такие условия, как:

- климатические условия местности
- типы зернохранилищ и их вместимость
- технические возможности хозяйства для приведения партий зерна в устойчивое состояние
- целевое назначение партий
- качество зерна
- экономическая целесообразность применения того или иного режима

Лучшие результаты получают при комплексном использовании режимов, например хранение сухой зерновой массы при низких температурах с использованием для охлаждения наружного холодного сухого воздуха во время естественных перепадов температур.

Хранение зерна в сухом состоянии

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

Режим хранения в сухом состоянии - основное средство поддержания высокой жизнеспособности семян в партиях посевного материала всех культур и качества зерна продовольственного назначения в течение всего срока хранения. Данный режим наиболее приемлем для **долгосрочного хранения зерна**. Систематическое наблюдение за состоянием таких партии, их своевременное охлаждение и достаточная изоляция от внешних воздействий (резких колебаний температуры наружного воздуха и его повышенной влажности) позволяют хранить зерно с минимальными потерями несколько лет.

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

Однако при неумелом уходе за зерновыми массами или при отсутствии его возможна порча партий зерна и семян с влажностью и ниже критической. Основной причиной порчи служит развитие насекомых - вредителей хлебных запасов, способных существовать и даже размножаться в зерне с влажностью ниже критической. Целесообразно охлаждать и сухие зерновые массы, снижая их температуру до пределов, исключающих активную жизнедеятельность насекомых.



Другая причина порчи сухой зерновой массы – **образование капельно-жидкой влаги и повышение влажности** в каком-то ее участке вследствие перепадов температур и явления термовлагопроводности. Таким образом, хранение зерновых масс в сухом состоянии не исключает необходимости систематического наблюдения и ухода за ними.

Для хранения зерновых масс в сухом состоянии используют различные способы сушки зерна. **Зерносушение** - специальная отрасль знаний, так как только грамотное проведение данного приема обеспечивает нужную технологическую эффективность при наибольшей экономии материальных и трудовых затрат.

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

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

Влагоотдающая способность семян неодинакова. Она зависит не только от их размеров, но и анатомических особенностей. При всех прочих равных условиях зерно гречихи обладает большей влагоотдающей способностью, чем зерно пшеницы, которое легче отдает влагу, чем зерно кукурузы. Наиболее низкой влагоотдающей способностью отличаются семена бобовых. Чем плотнее и менее пористы оболочки и остальные части зерновки или семени, тем меньше их влагоотдающая способность. На подобное свойство влияют и размеры семени. У крупных семян масса внутреннего содержимого, приходящаяся на единицу поверхности (через которую испаряется влага), значительно больше, чем у мелких.

Все способы сушки зерна и семян разделяют на две группы:

- без специального использования тепла (без подвода тепла к высушиваемому объекту)
- с использованием тепла.

Примером способов первой группы служит **сушка путем контакта** зерновой массы с водоотнимающими средствами твердой консистенции (сухой древесиной, активированным углем, сульфатом натрия и др.) или обработка зерновой массы достаточно сухим природным воздухом.

Второй способ (с подводом тепла) основан на создании условий, обеспечивающих повышение влагоемкости паровоздушной среды, окружающей зерно. В этом случае агентом сушки (теплоносителем) служит воздух, влагоемкость которого значительно повышается в результате нагрева. Наиболее распространенный способ с использованием тепла - сушка в специальных устройствах - зерносушилках и сушка на солнце (воздушно-солнечная).

Из способов сушки, относимых к первой группе, в сельскохозяйственном производстве применяют **химическую** (сушку сульфатом натрия) и **сушку природным воздухом** с использованием для этого установок активного вентилирования зерновых масс.

Сушка сульфатом натрия предложена для семян бобовых культур. Природный (высушенный озерно-морской минерал мирабилит) или технический сульфат натрия обладает хорошей водопоглотительной способностью. Сушку ведут, равномерно смешивая агент с семенами перелопачиванием или используя



зернопогрузчики. При влажности 20 - 24 % семена за весь период перемешивают два раза, при большей влажности — три-четыре раза в течение суток в первый период сушки. Продолжительность сушки 5...10 сут, в зависимости от исходной влажности семян, культуры, состояния наружного воздуха и других факторов. Для доведения влажности семян до кондиционной расход безводного сульфата натрия составляет (кг / т): при влажности семян 20% - 60, 25% -120, 30% -180, 35 % - 240. Влажность химиката 1-5%.

Смешивание ведут на площадках под навесами, так как присоединение воды к химикату в процессе сушки сопровождается выделением тепла, вследствие чего повышается температура смеси. Перемешивать необходимо еще и потому, что увлажнившийся химикат кристаллизуется и может превратиться вместе с семенами в монолит.

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

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

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

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

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

Наряду с **перемещением влаги к поверхности** наблюдается и обратный процесс - перемещение ее во внутренние, самые нижние слои насыпи с образованием конденсата, что заметно даже на ощупь. Подобное явление происходит вследствие термовлагопроводности. Для успешной сушки зерновую массу периодически (через каждые 2 - 3 ч) перелопачивают, перемешивая нижние слои с верхними.

При соблюдении правил влажность зерна в хорошую погоду за день снижают на 1...3% и более. Чем влажнее зерновая масса, тем больше влаги при благоприятных условиях можно удалить из нее. При необходимости (учитывая прогноз погоды на следующие сутки) воздушно-солнечную сушку продолжают



и на следующий день, собирая зерновую массу на ночь на площадке в кучи и укрывая их брезентами, пленками или другими гидроизоляционными материалами.

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

Классификация зерна.

Возможность и целесообразность использования плодов и семян различных культур на те или иные цели определяются прежде всего особенностями их химического состава. По химическому составу зерновки и семена разделяются на три группы: богатые углеводами, богатые белками, богатые жирами.

К первой группе относят зерно злаковых культур и семена гречихи. Они содержат в пересчете на СВ (%): углеводы – 70-80, основную часть которых составляют крахмал, белки – 10-16, жир – 2-5.

Во вторую группу входят семена бобовых культур, содержащие белков 25-30 и углеводов 60-65% при малом количестве жира (2-4%).

Третья группа объединяет масличные культуры, в семенах которых много жира: бобовые (соя, арахис), капустных, астровых и др. они содержат в среднем жиров 25-30 и белков 20-40%.

На практике принято деление зерна на **мукомольное, крупяное, фуражное и техническое**. Для получения хлебопекарной муки используют *пшеницу* и *рожь*. Муку для макаронной промышленности вырабатывают в основном из твердой пшеницы.

Ячмень используют в мукомольной, крупяной, пивоваренной, солодовой и других отраслях. Он служит прекрасным кормом для животных. Из *овса* вырабатывают ценные крупы и толокно.

Гречиха, рис, просо, горох, фасоль, чечевица относятся к крупяным культурам.

Семена масличных культур относят к техническим.

Более универсальное использование характерно для **кукурузы** и **овса**.

Зерно кукурузы перерабатывают в **муку, крупы, крахмал, глюкозу и патоку**, применяют в консервировании, на кормовые цели и т.п. зерно и семена многих культур используют для производства комбикормов, а из некоторых вырабатывают ферментные препараты, антибиотики.



Сроки хранения зерна.

Живые компоненты зерновой массы (зерна и семена различных растений, микроорганизмы, насекомые и клещи) проявляют следующие свойства: у них наблюдаются газообмен (дыхание), питание и размножение, в результате чего, происходит:

1. потеря массы сухих веществ зерна
2. ухудшение его посевных и товарных качеств
3. выделение тепла

Правильное хранение зерновых масс необходимо рационально регулировать указанные процессы, не допускать развития нежелательных явлений, своевременно повышать потребительские свойства партий, поддерживать зерновые массы в анабиотическом состоянии.

Период, в течение которого зерно и семена сохраняют свои потребительские свойства называют **долговечностью**.

Различают долговечность биологическую, хозяйственную и технологическую.

Биологическая долговечность – это промежуток времени, в течение которого в партии сохраняются способными к прорастанию хотя бы единичные семена.

Хозяйственная долговечность - период хранения, в течение которого всхожесть семян остается кондиционной и **отвечает требованиям ГОСТа**.

Технологическая долговечность — срок хранения зерна, обеспечивающий его полноценные свойства для использования на пищевые, кормовые или технические нужды. Технологическая долговечность обычно значительно больше долговечности биологической и хозяйственной.

На долговечность зерна влияют многие факторы: ботанический вид, условия обработки и хранения и др. Большинство семян относится к группе **мезобиотиков**, т.е. сохраняют всхожесть 5-10 лет. Однако высокую всхожесть партии семян сохраняют чаще всего три - пять лет.

Сохранность **мукомольных** и **хлебопекарных** качеств зерна при долгосрочном хранении зависит от его исходных свойств и признаков. Сорты мягкой стекловидной пшеницы обладают большей устойчивостью, чем мучнистые. Хорошо дозревшие партии зерна, высушенные и охлажденные при мягких режимах, могут храниться 10 лет и более без существенных изменений хлебопекарных качеств. Различные резкие воздействия (температурные, механические и т. д.) способствуют старению зерна.

У крупяных культур с увеличением срока хранения ядро становится более хрупким, а это снижает выход лучших сортов крупы.

В **масличных культурах** распадаются и окисляются жиры. Полученное из таких семян масло без уменьшения его выхода менее пригодно для пищевых целей.

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