

УДК 631.53

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ СОХРАННОСТИ ЗЕРНА В ПРОЦЕССЕ ЕГО ХРАНЕНИЯ

Дондоков Юрий Жигмитович

кандидат технических наук, доцент

ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет»

г. Якутск, Россия

Аммосов Иннокентий Николаевич

старший преподаватель

ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет»

г. Якутск, Россия

Дринча Василий Михайлович

доктор технических наук, профессор

ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет»

г. Якутск, Россия

e-mail: vdrincha@list.ru

Аннотация. Представлены физические принципы и основные подходы, применяемые в процессах безопасного хранения зерна и семян. Приведены основные факторы, ограничивающие безопасное хранение зерна. Проанализированы основные подходы и технические решения технологических систем безопасного хранения зерна. Определены основные свойства зерновых масс, влияющие на безопасность хранения зерна.

Ключевые слова: Зерно, влажность, температура, аэрация зерна, охлаждение зерна, способы безопасного хранения зерна.

CONCEPTUAL QUESTIONS OF SAFE GRAIN STORAGE

Dondokov Yuriy Zhigmitovich

Candidate of Technical Sciences, Arctic State Agrotechnological University

Yakutsk, Russia

Ammosov Innokentiy Nikolaevich

Senior Lecturer, Arctic State Agrotechnological University

Yakutsk, Russia

Drincha Vasili Mikhailovich*Doctor of Technical Sciences, Professor, Arctic State Agrotechnological University**Yakutsk, Russia**e-mail: vdrincha@mail.ru*

Abstract. The physical principles and basic approaches used in safe grain storage are presented. The main limiting factors of safety grain storage are given. The main approaches and technical solutions of technological systems for safe grain storage are analyzed. The main properties of grain masses that affect the safety of grain storage are determined.

Keywords: Grain, moisture content, temperature, grain aeration, grain cooling, safe grain storage processes.

Введение. По данным ООН, годовые потери в зернопроизводстве в индустриально развитых странах составляют приблизительно 10% от общего объема производства, а в развивающихся странах доходят до 50%. Половина этих потерь происходит в процессе уборки, а остальная половина – при послеуборочной обработке и хранении [5, 7].

Потери семян и зерна на токах РФ в процессе послеуборочной обработки и хранения составляют около 10–25% от суммарного объема, поступившего с поля урожая.

Высокие потери зерна происходят из-за высокой влажности и засоренности убранных зернового вороха, недостаточной обеспеченности хозяйств качественными техническими средствами для послеуборочной обработки и хранения зерна, малоэффективных технологий обработки. В структуре потерь доминируют плесневение, энергетическое дыхание, поедание грызунами и птицами. Эти потери могут быть значительно уменьшены при внедрении современных технологий послеуборочной обработки, а также за счет повышения квалификации специалистов по послеуборочной обработке.

Влажность зерна и его температура являются основными параметрами, определяющими состояние зерновой массы, а также факторами управления процессами хранения зерновых материалов. В России доля зерна, убираемого с влажностью до 16%, не превышает 25–30%; средневзвешенная влажность убираемого зерна 18–19%, а в неблагоприятные годы – выше 20% [3, 9].

После уборки урожая основная задача состоит в сокращении метаболической активности зерновой массы путем уменьшения ее влажности до такой степени, когда зерно может быть сохранено с минимальными потерями [1, 6].

Основной целью хранения семенного зерна является безопасное хранение посевного материала от одного сезона до следующего. Доисторический человек узнал о необходимости этой практики и разработал способы хранения небольшого

количества семян для своего будущего использования. С развитием сельского хозяйства человек расширил свои знания как о необходимости поддержания всхожести семян, так и о способах безопасного хранения. В 1832 г. Авг. Пир. де Кандоль включил главу о сохранении семян в свою книгу «Физиология вегетации» Он указал, что жизнеспособность семян будет продлена, если они хранятся в условиях, защищающих их от тепла, влаги и без кислорода. Примерно в то же время другие авторы предложили использовать покрытые дегтем деревянные ящики и железные баки, которые можно оснастить выгрузными клапанами [8].

Хранение семенного фонда для высева в следующем сезоне остается основной задачей сохранности семенного зерна. Семеноводческие хозяйства в ряде случаев хранят семена два года и более, что необходимо для создания переходного семенного фонда для использования в годы, следующие за периодами низкой урожайности. Много разных видов семян овощных, цветочных и кормовых культур реализуются в глобальном рынке. Многие из этих партий семян изначально не используются в год после производства.

Целью статьи является анализ и обоснование основных принципов безопасного хранения зерна.

Материалы и методы исследования. В качестве основного метода исследований применяли аналитический метод анализа фундаментальных основ безопасного хранения зерна в насыпи и в зерновых хранилищах. Материалы исследований получены в процессе проведения многолетних экспериментальных исследований хранения зерновых материалов основных сельскохозяйственных культур в различных климатических условиях.

Результаты и обсуждение. Факторы риска при хранении зерна можно классифицировать на три группы: физические, биологические и химические. Физическая группа включает: влажность и температуру зерна, его физико-механические свойства, зерновую и другие примеси. Биологические факторы включают: насекомых, плесени, токсины и др. В химическую группу входят техногенные загрязнения окружающей среды, нарушения технологии возделывания, обработки и хранения зерна.

Дыхание влажного зерна является основным источником повышения его температуры в процессе хранения. Однако эксперименты показали, что стерильное зерно (без бактерий и плесеней) с большими процентами влажности и дыхания, чем обычно, в процессе хранения характеризуется ростом температур на 1–3 °С. В то время как температура образцов, инфицированных плесенями, повышалась на 10 °С за более короткий период времени. Такое повышение температуры

приводит к миграции влажности и может уменьшить всхожесть семян и способствовать росту колоний насекомых и клещей.

Сохранность влажного зерна существенно зависит от его температуры, а также планируемых способов его хранения. В таблице 1 приведены рекомендуемые значения влажности чистого, неповрежденного зерна, до которых оно должно быть доведено при хранении его в насыпи. При этом температура зерновой массы не должна превышать 15 °С. Если зерно в насыпи по влажности неоднородно, то данные в таблице 1 следует применять к наиболее влажной части насыпи.

Таблица 1

Максимальное значение влажности зерна злаковых (%) для безопасного его хранения при 15 °С

Период хранения	Семенное зерно и ячмень для пивоваренной промышленности	Все остальное зерно
До 4 недель после урожая	16	17
До февраля	14	15
До апреля	14	15
После апреля	13	14

В целом следует различать краткосрочное (включающее зимние условия хранения) и длительное хранение (включающие летние условия) зерна.

На основании многолетних исследований для различных периодов хранения рекомендуются разные максимальные значения влажности зерновых материалов (табл. 2).

Таблица 2

Максимальные значения влажности (%) основных культур в зависимости от длительности периода хранения с применением аэрации

Культура	Хранение, 6 месяцев	
	Краткосрочное, менее	Длительное, более
Пшеница	14	13
Ячмень	14	12
Овес	14	12
Рожь	13	12
Семена льна	9	7
Просо	10	9
Сорго	13,5	13
Соя	13	11
Подсолнечник	11	10
Подсолнечник масличный	10	8
Кукуруза	15,5	13
Продовольственные бобы	16	13

Зерновой материал с большим содержанием дробленного и травмированного зерна или с большей засоренностью перед закладкой на хранение следует высушивать до меньших значений влажности – на 1–2 градуса ниже, чем для здорового и чистого зерна.

Сушка – наиболее универсальный способ консервирующей обработки урожая, так как она применима для всех видов зерно-семенных материалов, а также практически для материалов любых влажностей.

В целом сушильные системы характеризуются рядом преимуществ, но имеют также и недостатки.

Преимущества включают:

- повышение качества урожая путем снижения воздействия на него погодных условий;
- уменьшение потерь в процессе уборки, включая осыпание и повреждение зерен;
- снижение зависимости уборки урожая от погодных условий;
- возможность применения прямого комбайнирования (без кошения в валки) на мелкосеменных культурах;
- повышение производительности и/или сокращение количества комбайнов и другой уборочной техники;
- увеличение периода для послеуборочных полевых работ.

Недостатками являются существенные первоначальные вложения в сушильное оборудование и ежегодные расходы для владельцев; эксплуатационные расходы, связанные с топливом, электричеством и работой обслуживающего персонала, а также необходимость приобретения дополнительного транспортного оборудования.

Альтернативные процессы сохранности зерна представляют собой в основном различные способы модификации атмосферы, в которой происходит хранение, а также способы частичной стерилизации с применением щелочных и органических кислот (рис. 1).

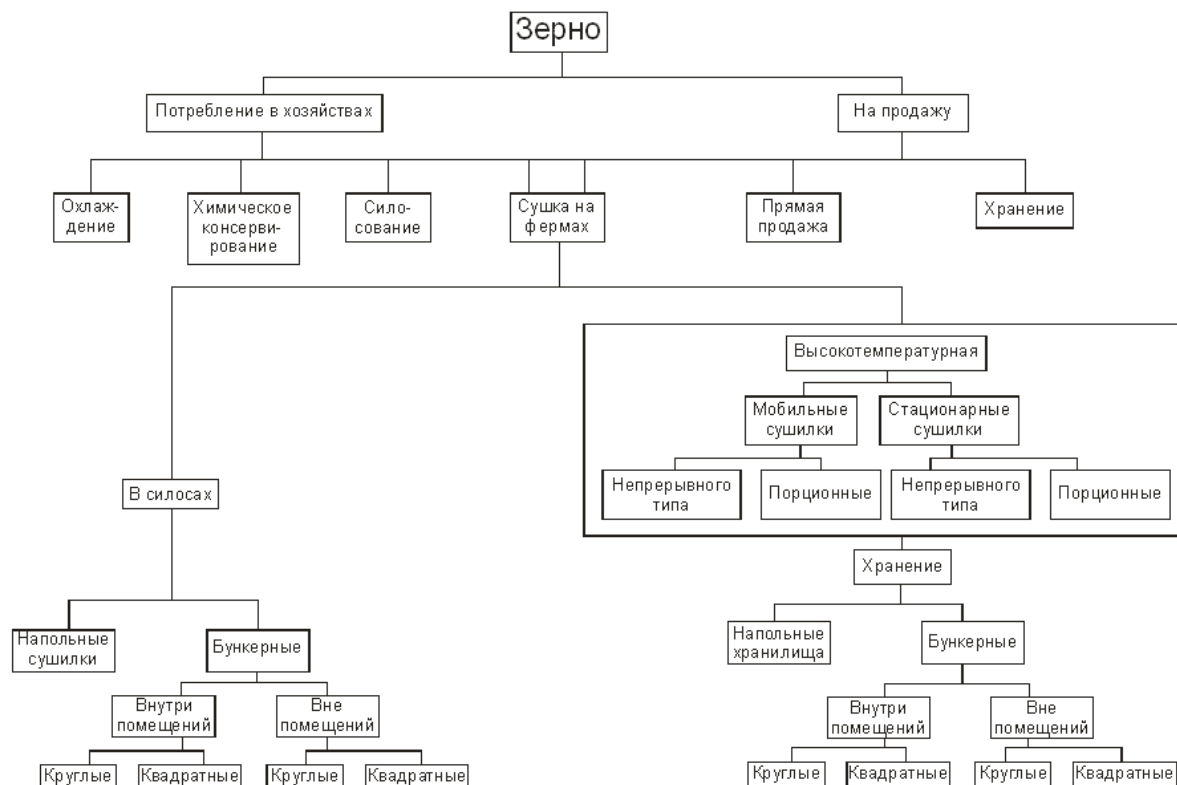


Рис. 1. Движение зерна в процессе производства и способы его хранения

Выбор наиболее подходящих способов хранения зерна в условиях хозяйств зависит от многих факторов, относительная важность которых меняется от хозяйства к хозяйству. Область выбора может быть существенно уменьшена после принятия во внимание предназначения и способов использования зернового материала после его хранения. Всхожесть зернового материала, предназначенного для семенных целей, мукомольной и пивоваренной промышленности должна быть сохранена. При этом не могут быть использованы способы, при которых всхожесть материала уменьшается или вовсе теряется.

Для этих зерновых материалов условия хранения – температура и влажность должны быть оптимальными и обеспечивающими сохранение качества зерна на протяжении потребного периода хранения [2, 4].

Выбор хранилищ обусловлен существующими типами сушилок, а также средств обработки зерна. Наличие существующих строений, которые могут быть переоборудованы в хранилища важный фактор при выборе хранилищ.

Окончательный выбор типа зерновых хранилищ в условиях рыночной экономики существенно зависит от эффективности и реализации зерна, а также стоимости в разные периоды года и в некоторой степени от естественных предпочтений руководителей хозяйств.

Влага в семенах вызывает ряд процессов, которые могут быть классифицированы следующим образом (табл. 3).

Таблица 3

Процессы, обусловленные влажностью семян

Влажность семян, %	Процесс
Выше 45–60	Прорастание
Выше 18–20	Самосогревание
Выше 12–14	Рост плесени на поверхности и внутри семян
Ниже 8–9	Отсутствие или низкая активность насекомых
Ниже 4–8	Хранение в герметичных емкостях безопасно

Всхожесть и энергия прорастания любых семян имеют максимальные значения в момент полной спелости, независимо от периода покоя, который характерен для некоторых культур. С момента полной спелости всхожесть и энергия прорастания семян уменьшаются и все, что в силах человека – это, по возможности, замедление этих процессов.

Таким образом, сохранение и безопасное хранение зернового материала является одной из наиболее важных и сложных задач в зернопроизводстве, решение которой возможно только при наличии современного научного и технологического обеспечения всей цепочки производства зерна – от поля до хранилища.

Заключение. Обоснование и выбор технологий безопасного хранения зерна в первую очередь зависят от вида зерна: семенное, продовольственное, фуражное.

Местные климатические условия, сроки уборки и содержание влаги в зерне оказывают существенное влияние на выбор технологий обработки и хранения зерна.

Сушка и охлаждение зерна являются наиболее важными, так как они позволяют транспортировать и хранить зерно в естественных условиях. Кроме того, сухое зерно пригодно для широкого спектра использования – на посев, для помола, для пивной промышленности и других целей. Зерно, которое обрабатывалось химическими средствами, может быть использовано только для кормления животных.

В увлажненных зонах страны, где сроки уборки поздние, сушка материала является трудным и дорогостоящим мероприятием. В этом случае для фуражного зерна целесообразно проанализировать технологии хранения во влажном состоянии.

Литература

1. Баум А.Е. Применение искусственно охлажденного воздуха при хранении зерна. М., Элеваторная промышленность, 1977, 27 с.
2. Блоховцов В.Д. О некоторых способах обеспечения сохранности зерна в условиях крестьянских (фермерских) хозяйств края. Ставрополь: Кн. изд-во, 1999, 23 с.
3. Дринча В.М., Лаури Х. Основные принципы сохранности влажного зерна. Аграрный эксперт. 2008, июнь - спецвыпуск, с. 26...29.
4. Мельник Б.Е., Малин Н.И. Справочник по сушке и активному вентилированию зерна. М., Колос, 1980, 175 с.
5. Трисвятский Л.А. Хранение зерна. М, Колос, 1975, 399 с.
6. Burges, H.D. and Burrell, N.J. (1964). Cooling bulk grain in the British climate to control storage insects and improve keeping quality. J. Sci. Food Agric. 15, 32–50
7. McLean K.A. Drying and Storing Combinable Crops. Farming Press Ltd. Suffolk, 1989, 281 p.
8. Justice O.L., and Louis N. Bass. Principles and practices of seed storage. Agriculture Handbook No. 506, 1978, 296 p.
9. The WA Guide to High Moisture Harvest Management, Grain Storage and Handling. CBH group SEPWA. 2006, 68 p.

© Дондоков Ю.Ж., Аммосов И.Н., Дринча В.М., 2023