

УДК 664.72.004:504

С.Н. Петушенко

Одесский технический колледж ОНАПТ, ул. Балковская, 54, Одесса, 65001

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ ЗЕРНА МЕЛКОСЕМЕННЫХ КУЛЬТУР

Приведены результаты анализа использования искусственного холода для первичной обработки и хранения зерна. Показано, что низкотемпературная обработка способствует повышению качества и сроков хранения зерна, снижению энергозатрат.

Ключевые слова: охлаждение зерна, холодильные машины, качество хранения зерна.

The analysis results of artificial cold use for the processing and storage of grain are given. It is shown that the low temperature treatment improves the quality and shelf life of grain, reduce energy costs.

Keywords: grain cooling, refrigeration machines, the quality of grain storage.

I. ВВЕДЕНИЕ

Зерно – это один из важнейших основных продуктов питания человека, для выращивания и сбора которого привлекаются обширные ресурсы.

По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), в мире ежегодно портится около 20 % собранных зерновых. Сокращение потерь зерна на всех этапах уборки, транспортировки, хранения и переработки и обеспечение его сохранности определяется технологией послеуборочной обработки, в которой сушка и активное вентилирование имеют одно из решающих значений.

Зерно является живой биологической системой, имея сложный химический состав, оно находится в состоянии постоянных изменений, в нем происходит непрерывный биологический обмен веществ (метаболизм) как внутри самого зерна, так и окружающей средой. В обмен веществ вовлекается весь сложный химический состав зерна, что, в конечном счете, определяет его технологическое достоинство и пищевую ценность. Динамическое изменение массы и состава зерна проявляет себя с момента высева семян в поле, в период роста и развития злакового растения, при его созревании, уборке, транспортировании, хранении и переработке. Интенсивность протекания разнообразных физиолого-биохимических процессов зависит от условий хранения.

II. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ

Основная задача хранения зерна - сохранить зерно без потерь в массе или с минимальными потерями; сохранить зерно без ухудшения качества, повысить качество зерновых продуктов; сократить затраты труда и средств на единицу массы зерна при наилучшем сохранении его количества и качества.

Природа потерь количества и качества зерновых продуктов при хранении хорошо изучена. Так, профессор Л.А. Трисвятский [24], предложил

классификацию потерь, по которой их делят на биологические - дыхание, прорастание зерна, развитие микроорганизмов, самосогревание, развитие насекомых и клещей, уничтожение грызунами, уничтожение птицами, и механические - травмы, распыл, просыпи. При этом лишь некоторые потери неизбежны, например расход сухого вещества при дыхании зерна во время хранения и неучтенный распыл вследствие выделения из зерновой массы органических частиц. Однако эти потери при рациональной организации хранения незначительны.

Потери, обусловленные ухудшением качества хранящегося зерна, приводят и к количественным потерям. Соблюдение научно обоснованных режимов послеуборочной обработки и хранения зерна, организация тщательного контроля - необходимые условия предотвращения потерь зерна при хранении.

Жизнедеятельность зерновой массы при хранении проявляется в виде дыхания, послеуборочного дозревания, прорастания. Влияние на эти процессы имеет большое практическое значение, так как умение регулировать их ход позволяет сохранить зерно и сократить потери сухих веществ при длительном хранении. Дыхание зерновой массы сопровождается потерей массы зерна вследствие расходования гексоз, увеличением влажности зерна, относительной влажности воздуха межзернового пространства, изменением состава воздуха межзернового пространства и образованием теплоты в хранящейся зерновой массе.

Интенсивность дыхания зерновой массы зависит от ряда факторов: влажности, температуры, степени аэрации зерновой массы, продолжительности хранения, а также от некоторых особенностей ее качества и состояния. Так, интенсивность дыхания зерна пшеницы, ржи и других злаковых при влажности до 11...12 % практически равна нулю. С увеличением влажности зерна в пределах сухого состояния зерновой массы интенсивность дыхания несколько увеличивается, но остается малой. Зерно средней сухости дышит в 2

– 4 раза интенсивнее сухого, влажное — в 4...8 раз, сырое — в 20..30 раз интенсивнее сухого.

При достижении критической влажности зерна резко усиливаются физиолого-биохимические и микробиологические процессы и зерно становится нестойким при хранении. 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. Меньшие значения критической влажности у семян масличных культур по сравнению с зерном злаковых объясняются значительным содержанием в этих семенах липидов — гидрофобных веществ, не способных связывать влагу.

Если пересчитать влажность этих семян на их гидрофильную часть, то критическая влажность будет 15...16 %.

Обеспечить лучшую сохранность можно, если зерновая масса в период хранения находится в состоянии анабиоза, т.е. в состоянии пониженной жизнедеятельности (с пониженной интенсивностью дыхания).

Интенсивность дыхания зерна при хранении увеличивается с повышением температуры до 50...55 °С.

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

При длительном нахождении зерна, и особенно влажного и сырого, в воздухе с повышенным содержанием диоксида углерода и небольшого количества кислорода оно теряет свою жизнеспособность и всхожесть.

Как показал многолетний опыт в технологии первичной обработки свежесобранного зерна одной из актуальных задач, является его охлаждение до температур, обеспечивающих безопасное хранение. Многочисленными физиологическими, биохимическими и технологическими исследованиями установлено, что понижение температуры зерна ниже 8 – 10 °С резко снижает интенсивность физиолого-биохимических процессов, способствует сохранению исходного качества зерна и увеличивает сроки его хранения как при длительном хранении зерна, так и при его временном хранении до возможной дополнительной обработке в сушилке [1, 2].

Так по данным фирмы "GRANIFRIGOR" (таблица 1) продолжительность хранения зерна (даже влажного) значительно увеличивается.

Таблица 1. Сроки хранения зерна в зависимости от температуры и влажности.

Исходная влажность, %	Семенное зерно		Продовольственное зерно		Фуражное зерно	
	Температура хранения, °С	Продолжительность хранения	Температура хранения, °С	Продолжительность хранения	Температура хранения, °С	Продолжительность хранения
12...15	9÷12	неограничен	10÷12	неограничен	10÷12	неограничен.
15÷16,5	8÷10	1÷1,5 года	9÷10	неограничен	9÷10	неограничен.
16,5÷18	5÷7	4÷6 мес.	8÷10	5÷10 мес.	8÷10	6÷13 мес.
18÷20	5	2÷3 мес.	8÷10	2÷7 мес.	9÷10	3÷9 мес.
20÷22	5	3÷4 недели	6÷8	4÷16 недели	6÷8	5÷20 недели

Для зерна риса влажностью 20-22 % при понижении его температуры с 20 до 10 °С срок его временного хранения до сушки увеличивается с 1-4 до 4-12 суток, а при влажности 17-19 % его можно хранить соответственно 78 и 21 сутки [4].

На основе обобщения многочисленных работ установлено, что для зерновых культур влажностью до 15,5 % при температуре 8–10° С срок хранения не ограничен, для влажности 16-17 % он составляет 5-8 месяцев, для влажности 19,0-21,5 % – 3-4 недели [3], зерно влажностью более 18,5 % подлежит обязательной просушке [5].

Метод активного вентилирования широко используется, прежде всего, для охлаждения зерна до и после сушки [6, 7, 8, 9, 11, 12], предотвращения и устранения очагов самосогревания, предупреждения развития плесеней и вредителей хлебных запасов, дегазации зерна.

Степень аэрации зерновой массы влияет на состояние микрофлоры следующим образом:

а) ограниченный доступ воздуха, сокращение запаса кислорода и накопление в зерновой массе диоксида углерода приводят к угнетению микрофлоры и уменьшению ее численности;

б) доступ воздуха, сопровождаемый охлаждением и снижением влажности зерна, также угнетает развитие микроорганизмов;

в) проветривание, перемещение или продувание влажной зерновой массы воздухом, не сопровождающиеся снижением влажности или достаточно эффективным понижением температуры, способствуют развитию микроорганизмов, и в первую очередь плесневых грибов.

В отдельных случаях активное вентилирование зерна проводят для ускорения процесса послеуборочного дозревания, выравнивания температуры и влажности зерновой массы, устранения амбарного запаха в зерне. При этом задачи снижения влажности зерна, как правило, не ставится. Однако в период уборки урожая температура атмосферного воздуха во многих регионах практически

всегда достигает относительно высоких значений, поэтому охлаждать зерно на установках активного вентилирования и в зерносушилках до безопасных температур затруднительно.

Искусственный холод при послеуборочной обработке зерна с начала 60-х годов XX века широко используется за рубежом – в США, Японии, Австралии, Германии, Бельгии, Франции, Швеции, Великобритании, Чехии, Венгрии, Италии и других высокоразвитых странах для охлаждения и сушки зерна пшеницы, кукурузы, риса, ячменя, рапса, подсолнечника и других культур [5, 13, 14, 15, 16, 17]. А в 70-х годах XX века в Японии весь шелушенный рис хранили в складах с охлажденным воздухом при температуре 10-15° С, а в ГДР и ФРГ искусственно охлажденным воздухом охлаждалось соответственно 400-500 тыс. тонн и свыше 2 млн. тонн зерна [13, 18, 19]. В настоящее время только в Германии и на установках немецкого производства в других странах ежегодно охлаждается до 70 млн.т. зерна [3].

В Российской Федерации искусственный холод применяли преимущественно для консервации риса-зерна, нестойкого при хранении и подверженного образованию трещин в процессе сушки, в связи с резким увеличением его производства [20].

Искусственное охлаждение оказывает содействие, без риска снижения, лучшей сохранности исходного качества зерна, предупреждается его самосогревание, снижает интенсивность его дыхания и тем самым уменьшает тепловыделения зерна. Уменьшение потерь зерна достигает 0,6% от его массы за 6 месяцев хранения [14], а при повышенной температуре хранения, составляющей 30°С, достигает 0,3 % за один месяц [3]. Сокращает потери сухого вещества, тормозит и останавливает развитие микрофлоры, плесеней, грибов и их микотоксинов; защищает от поедания насекомыми-вредителями хлебных запасов и сокращаются потери зерна от их деятельности [21, 22]; сокращаются затраты на фумигацию зерна, отпадает необходимость обработки зерна дорогой и вредящей окружающей среде химической обработкой, что предотвращает возможное загрязнение зерна; отпадает необходимость сушки зерна средней сухости, что особенно важно для зерна крупяных культур - риса, поступающего на переработку с оптимальной влажностью до 15,5 %, и пивоваренного ячменя [23].

III. ВЫВОДЫ

1. Разработка охлаждающих комплексов (в том числе и мобильных транспортных холодильных установок с холодопроизводительностью от 50 кВт и выше) позволит решить задачи низкотемпературного хранения зерна, осуществлять холодильную обработку сельскохозяйственного сырья непосредственно в местах его заготовок.

2. Для дальнейшего повышения эффективности охлаждения зерна необходима разработка и совершенствование

существующих технологических приемов послеуборочной обработки зерна с использованием атмосферного и искусственно охлажденного воздуха.

В настоящий момент разработки такого типа холодильного оборудования на Украине отсутствуют.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Петруня Б.Н., Титлов А.С., Кудашев С.Н.** Перспективы использования холодильных систем для хранения зерна // Хранение и переработка зерна. – 2002. – № 12. – С. 33-34.
2. **Станкевич Г.Н., Петруня Б.Н., Бичинюк И.И., Лищенко Ю.В.** Консервация зерновой массы с использованием искусственно охлажденного воздуха // Наукові праці Одеської державної академії харчових технологій. – Одеса: 2001. – Вып. 21. – С. 39-41.
3. **Дмитрук Е.А.** Использование искусственного холода при хранении зерна // Хранение и переработка зерна.-Днепропетровск, 2000.-№ 10.- С. 27-28.
4. **Мельник Б.Е.** Опыт применения установок для активного вентилирования и охлаждения зерна на хлебоприемных предприятиях: Обзорная информация. Сер. Элеваторная пром-сть. - М.: ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1979. - 68 с.
5. Хранение влажного зерна во Франции // Экспресс-информация. Сер. Элеваторная пром-сть.-М.: ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1973.-Вып. 4.-С. 8-9.
6. Инструкция по активному вентилированию зерна и маслосемян (техника и технология). - М.: ЦНИИТЭИ Минхлебопродуктов СССР, 1989. - 64 с.
7. **Мельник Б.Е.** Прогнозирование вентилирования зерна: Обзорная информация. Сер. Элеваторная пром-сть. - М.: ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1975.- 28 с.
8. **Мельник Б.Е.** Повышение эффективности активного вентилирования: Обзорная информация. Сер. Элеваторная пром-сть. - М.: ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1984.-48 с.
9. **Мельник Б.Е.** Активное вентилирование зерна: Справочник. - М.: Агропромиздат, 1986.- 159с.
10. **Солонецкий В.В.** Концепция механизации хранения зерна до 2010 г.// Земледельческая механика в растениеводстве: Сб. науч. докладов / Междунар. науч. - практ. Конф. - М.: ВИМ, 2001. - Т.3, ч.2. - С. 62-75.
11. Установка для послыйного вентилирования зерна в силосах элеваторов /СВ. Новоселов, Г.С. Зелинский, А.В. Власов, В.Ф. Сорочинский и др. //Автор.свид. СССР № 501710.- Б.И., 1976, №6.
12. Устройство для активного вентилирования зерна в силосах элеваторов /СВ. Новоселов, А.В. Власов, В.Ф. Сорочинский, В.З. Кошевой и др. // Автор.свид. СССР № 466866.- Б.И., 1975, № 14.
13. **Баум А.Е.** Применение искусственно охлажденного воздуха при хранении зерна за рубежом: Обзорная информация. Сер. Элеваторная пром-сть. - М.: ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1977. - 28 с.

14. **Турчинова В.С.** Активное вентилирование зерна за рубежом // Экспресс-информация. Сер. Хранение и переработка зерна. - М.: ЦНИИТЭИ Минхлебопродукта СССР, 1987. - Вып. 10. - С.25.
15. **Curda A.K.** Akiivni vetani halovych skiady.- Kamivarstvi. - 1987. - V.23, 2. -P.45-49.
16. **Senge B., Manzke E., Schmidt P.-V., Goetz U.** Anwendung des Abzugs - Verfahrens zur Kuenlung von trockenen Getreide in 1- kt - Silozellen // Getreidewirtschaft. - 1986. - V.20, 8. - P. 181-183.
17. **Urban B.** E"application de la technique du froid su stockage des cereales dans les allios-tours / 14-й Междунар. конгресс по холоду, Москва.-1975. - 18 с.
18. **Савченко СМ., Братерский Ф.Д.** Применение искусственного холода при хранении зерна: Обзорная информация. Сер. Элеваторная пром-сть. -М.: ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1978. -30 с.
19. **Tezuka S.** Agriculture and Horticulture. - 1974. - 49,1. - P. 152-156.
20. Новое в хранении и обработке риса-зерна: Обзорная информация. Сер. Мукомольно-крупяная пром-сть. - М.: ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1972. - 76 с.
21. **Дроздова Р.Б., Чебатуркина Н.М., Дмитриева Ю.М.** Средства и методы борьбы с вредителями хлебных запасов за рубежом // Экспресс-информация. Сер. Хранение и переработка зерна.- М.: ЦНИИТЭИ Минхлебопродуктов, 1988. - Вып. 6. -31 с.
22. **Закладной Г.А.** Основные направления борьбы с вредителями хлебных запасов в СССР и за рубежом // Экспресс - информация. Сер. Элеваторная пром-сть. - М.: ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1971. -Вып. 7. - 20 с.
23. Зерновые, бобовые и масличные культуры. - М.: Изд-во стандартов, 1990.-344 с.
24. **Трисвятский Л.А.** Хранение зерна. – М.: Агропромиздат, 1986, 351с.

Получена в редакции 02.04.2013, принята к печати 03.04.2013