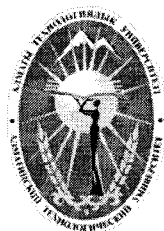


ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

АЛМАТЫ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТИ  
АЛМАТИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ALMATY TECHNOLOGICAL UNIVERSITY

ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ТОҢАЗЫТУ АКАДЕМИЯСЫ  
МЕЖДУНАРОДНАЯ АКАДЕМИЯ ХОЛОДА  
INTERNATIONAL ACADEMY OF REFRIGERATION



V ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ-ТЕХНИКАЛЫҚ КОНФЕРЕНЦИЯ  
«ҚАЗАҚСТАН-ТОҢАЗЫТУ 2015»  
V МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
«КАЗАХСТАН-ХОЛОД 2015»  
V INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND TECHNICAL CONFERENCE  
«KAZAKHSTAN-REFRIGERATION 2015»

Конференция баяндамаларының жинағы

19 ақпан, 2015 ж.

Сборник докладов конференции

19 февраля 2015 г.

Proceedings of the Conference

February 19, 2015

Алматы, 2015

УДК 621.56/59 (063)  
ББК 31.397  
К14

Сборник докладов подготовлен под редакцией доктора химических наук,  
академика **Кулажанова К.С.**

**Редакционная коллегия:**

Цой А.П., Кизатова М.Ж., Бараненко А.В.,  
Шлейкин А.Г., Андреева В.И. (ответ. секретарь)

К14 Казахстан-Холод 2015: Сборник докладов международной научно-технической конференции (19 февраля 2015 г.) – Алматы: АТУ, 2015. – 152 с.

ISBN 978-601-263-312-2

В докладах представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований ученых и специалистов Казахстана, Германии, России, Японии и Украины по направлениям: теплохладоснабжения, кондиционирования и экологии.

Сборник рассчитан на специалистов и ученых, работающих в областях пищевой, химической, нефтеперерабатывающей промышленности, а также гостиничном бизнесе и спортивных комплексах.

УДК 621.56/59(063)  
ББК 31.397

ISBN 978-601-263-312-2

©АТУ, 2015

УДК 664.72.004:504

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЖИМОВ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ  
ОБРАБОТКИ ЗЕРНА МЕЛКОСЕМЕННЫХ КУЛЬТУР**

*С.Н. Петушенко, А.С. Титлов*

*Одесская национальная академия пищевых технологий, Министерство образования и науки Украины*

*E-mail: [sergeinp1965@mail.ru](mailto:sergeinp1965@mail.ru), [titlow@mail.ru](mailto:titlow@mail.ru)*

Актуальность использования искусственного холода при первичной обработке и хранении зерна на входе определяется следующими факторами.

Во-первых, разработка охлаждающих комплексов позволит осуществлять холодильную обработку сельскохозяйственного сырья непосредственно в местах его заготовок и способствует повышению качества и продолжительности сроков хранения [1].

Во-вторых, метод охлаждения зерна позволяет хранить зерно и семена маслиничных культур с повышенной влажностью на протяжении длительного времени [2].

В-третьих, кроме того, что метод сохраняет качество зерна, он является экологически чистым — традиционная в странах СНГ сушка, как правило, проводится смесью топочных газов и воздуха, что вызывает загрязнение канцерогенными веществами. Охлажденное зерно остается экологически чистым (исключается загрязнение углеводородами, сажей, окислами серы и азота, тяжелыми металлами, нитритами и нитратами) и качественным (отсутствует денатурация белка) [1,2].

В-четвертых, предотвращение потерь объема и качества вследствие жизнедеятельности насекомых можно эффективно избежать при охлаждении урожая до температуры ниже 13 °С.

При соответствующих низких температурах насекомые впадают в зимнюю спячку и не приносят вреда складываемому зерну (рис. 1) [4, 5].

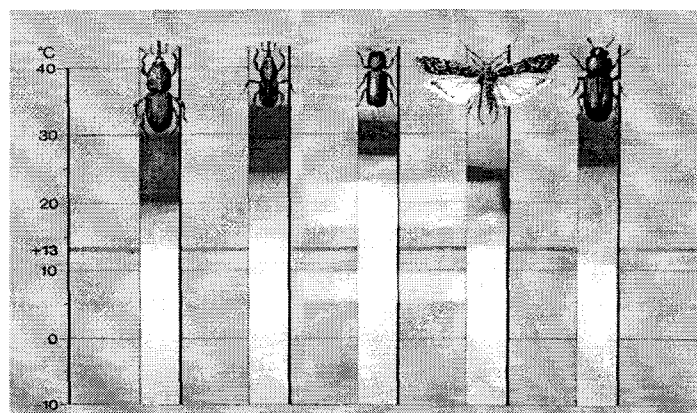


Рисунок 1 – Условия жизнедеятельности насекомых-вредителей

В-пятых, реализация профилактики роста плесневых грибов. Благоприятным условием для развития плесневых грибов, в числе прочего, является тепло, а охлаждение зерна предотвращает его [3-5].

В-шестых, удается избежать дорогой и вредящей окружающей среде химической обработки зерна [3, 4, 6]. Химические субстанции, необходимые для газации, влекут за собой существенные расходы и сложную процедуру.

В-седьмых, отсутствие потерь при перескладировании. При обычном складировании без охлаждения зачастую необходимо перескладирование, также необходимо дополнительное свободное складское помещение (камера силоса), при этом при каждом перескладировании имеют место потери до 0,03 % общего количества. К этому добавляется экономия на энергоснабжении технических установок [4-6].

В-восьмых, минимизация потерь вследствие дыхания зерна. В статичном состоянии насыпь зерна крайне медленно принимает энергию. Это является результатом изолирующего эффекта воздуха в промежуточных пространствах между зёрнами и малой контактной поверхности зёрнен. В связи с этим теплое зерно при низкой наружной температуре воздуха долго сохраняет тепло. Соответственно, на основании того же самого эффекта охлажденное зерно долго остается холодным.

Следует отметить, что среди всех типов зерновых продуктов особый интерес для низкотемпературной сушки представляют сорта мелкого зерна (рапс, лен, просо, горчица, амарант и др.). Они из-за незначительного характерного линейного размера наиболее подвержены повреждению при сушке нагревом.

В настоящее время отсутствуют какие-либо данные по кинетике охлаждения зерна и процессов теплообмена в этих условиях.

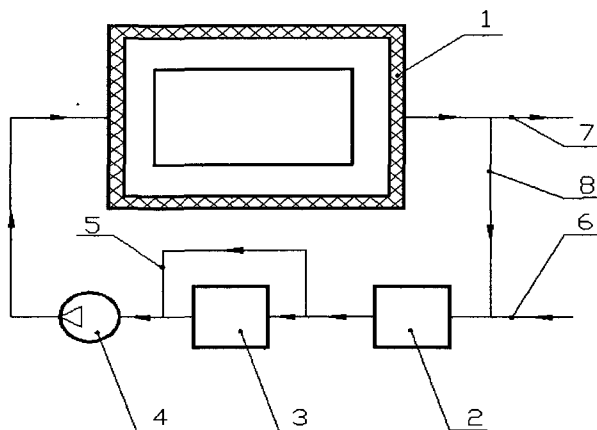
Целью данной работы является изучение особенностей режимов тепловлажностной обработки зерновых продуктов в широком диапазоне температур и влагосодержаний потока воздуха, как агента низкотемпературной сушки.

Для проведения экспериментальных исследований был изготовлен стенд, представленный на рис. 2.

С целью сокращения количества опытов, повышения достоверности полученных результатов и упрощения их обработки, наиболее целесообразно применение методов планирования многофакторных экспериментов и соответствующих программ для обработки и статистического анализа результатов [8,9].

В процессе проведения экспериментальных исследований для определения скоростей и расхода воздуха микроанометр ММН и дифференциальная трубка Пито.

Температура воздуха и зерна определялась с помощью термометров сопротивления и электронного блока.



1 – сушильная камера; 2 – охладитель воздуха; 3 – нагреватель воздуха; 4 – вентилятор;  
5 – обводной воздуховод; 6 – воздуховод подвода свежего воздуха; 7 – воздуховод отработанного воздуха; 8 – воздуховод рециркуляционного воздуха

Рисунок 2 – Схема стенда для исследования режимов низкотемпературной обработки зерна мелкосеменных культур

Относительная влажность воздуха определялась с помощью психрометра Ассмана. Количество уносимой влаги из зерна весовым способом с помощью электронных лабораторных весов. Начальная и конечная влажность зерна определялась в лабораторных условиях на приборе СЕШ-3М.

Были проведены экспериментальные исследования кинетики охлаждения мелкосеменных культур от режимов охлаждения — семян рапса и проса.

На рис. 3 и 4 приведены зависимости изменения температуры семян рапса и проса при их охлаждении воздухом с температурой. Начальная массовая доля влаги исследованных образцов семян составляла 14 %.

В первом случае (рис. 3) охлаждение зерна сопровождалось снижением его влажности на 1,13%, во втором случае (рис. 4) — на 0,98%.

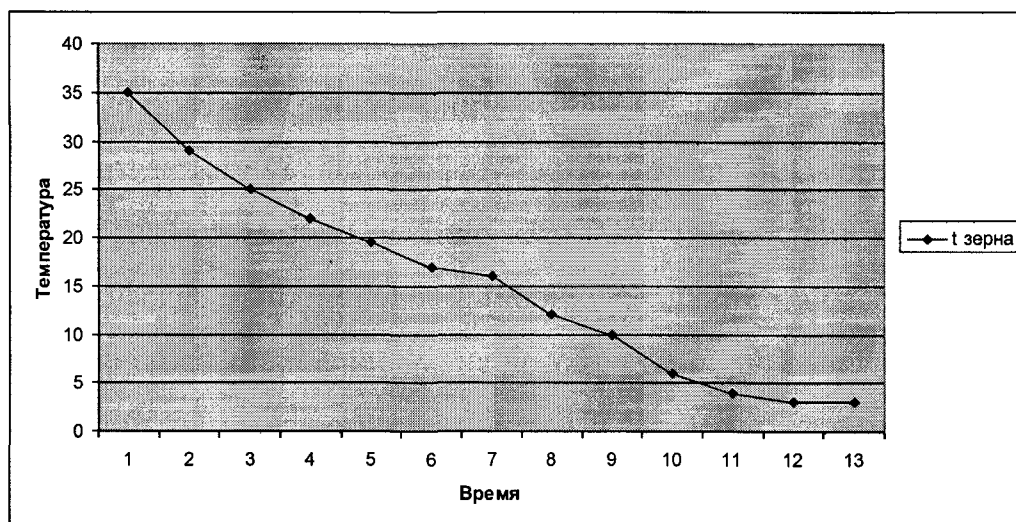


Рисунок 3 – Зависимость температуры семян рапса от продолжительности его охлаждения: толщина слоя семян 200 мм, температура воздуха плюс 2 °С, начальная температура зерна плюс 35 °С

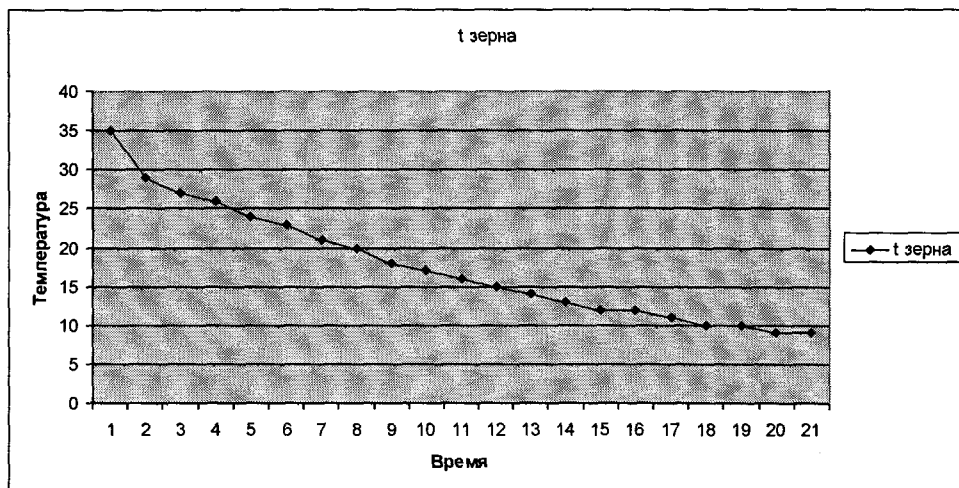


Рисунок 4 – Зависимость температуры семян проса от продолжительности его охлаждения: толщина слоя семян 300 мм, температура воздуха плюс 8 °С, начальная температура зерна плюс 35 °С

#### ВЫВОДЫ

1. Охлаждение зерна мелкосеменных культур ниже окружающей среды сопровождается частичным его осушением для рапса — 1,13 %, для проса — 0,98 %.

2. Максимальная интенсивность уноса влаги наблюдается вначале термообработки. Так, например, при снижении температуры на 50 % от начальной температуры зерна унос влаги составляет для рапса — 90 %, проса — 80 %.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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. Малин Н.И. Технология хранения зерна. – М.: КолосС, М19 2005. – 250 с.
4. Lacey J, Hill ST, Edwards MA (1980) Microorganisms in stored grains; their enumeration and significance, Tropish stored product information 396 Getreide Jahrbuch 2002/2003, Verlag Moritz Schäfer, Detmold.
- Barth F (1995) Cold storage of Paddy – the solution to your storage problems, World Grain, July 1, Sosland Publishing Co, Kansas City/USA.
5. Bakker-Arkema FW, Maier DE, Mühlbauer W, Brunner H (1990) Grain-chilling in the U.S.A. to maintain grain-quality, World Grain, January 1, Sosland Publishing Co, Kansas City/USA
6. Дмитрук Е.А., Петруня Б.Н. Использование искусственного холода при хранении зерна // Хранение и переработка зерна. – 2000. – № 10. – С. 27-28.
7. Чаусовский Г.А. Математическое моделирование процессов хранения кормового сырья. – Запорожье, 1988. – С. 79-81.
8. Надиров Р.А., Егоров С.В., Ли Сен Гу Моделирование процесса сушки зерна в шахтных зерносушилках. Науч.-техн. бюл. ВИМ – 1989. – Т. 74. – С. 21-25.