

## **ТЕПЛОВАЯ ОБРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЕЁ ЭФФЕКТИВНОСТИ**

*Д. Ю. Данилов, доцент, преподаватель кафедры «Сельскохозяйственные машины и эксплуатация машинно-тракторного парка» ГОУ ВПО «Нижегородский государственный инженерно-экономический институт»*

**Ключевые слова.** Сельскохозяйственное производство, тепловая обработка, сельскохозяйственные материалы, сушка зерна, зерносушилки, влажность зерна.

**Аннотация.** Рассматриваются некоторые аспекты тепловой обработки сельскохозяйственных материалов, раскрываются основные проблемы, возникающие в процессе сушки зерна, указываются требования к конструкции современных зерносушилок, намечаются возможные решения проблемы повышения эффективности сушки зерна.

Во многих отраслях сельского хозяйства применяется тепловая обработка сельскохозяйственных материалов. Эти процессы очень энергоемки: на сушку тратится около 15 % добываемого в стране топлива, а на сушку зерна на хлебопекарных предприятиях тратится около 700 тыс. т жидкого топлива в год [2].

В производстве зерна сушка является завершающим этапом, от которого в решающей степени зависят его качественные показатели и сохранность. Зерно - это живой организм, который по своему строению представляет собой коллоидное капиллярно-пористое тело. Большое количество микропор и микрокапилляров, содержащихся в зерне, позволяют влаге циркулировать из внутренних

частей к поверхности, и наоборот. Влага имеет большое значение для жизненных процессов зерна. Она представляет собой среду, при участии которой совершается обмен веществ. Если содержание влаги невелико, она находится в связанном состоянии. При увеличении влажности зерна выше определенного уровня, так называемой кондиционной влажности, в зерне появляется свободная влага, что приводит к активизации жизнедеятельности зерна [10]. Такое зерно не может храниться длительное время, так как в нем быстро развиваются вредные микроорганизмы и повышается интенсивность его дыхания. Это приводит к самосогреванию и порче зерна.

Для сохранения качества убранных зерна и его подготовки к длительному хранению необходимо удалить из него избыточную влагу. При этом возможности повышения температуры сушки ограничены следующими факторами:

- потерей всхожести;
- изменениями в отдельных составных частях зерна;
- нарушением биологической структуры;
- изменением качественных показателей.

Сухое зерно почти не имеет свободной влаги и находится в состоянии покоя или анабиоза. Жизненные процессы в нем полностью не останавливаются, но протекают и замедленном темпе, необходимом лишь для поддержания жизни клеток зародыша. Такое зерно может храниться длительное время.

В зависимости от влажности государственные стандарты разделяют семена зерновых культур на четыре состояния: сухие, средней сухости, влажные и сырые.

Таблица 1

## Состояние зерна по влажности

Культура	Относительная влажность зерна, %			
	Сухое (до)	Средней сухости	Влажное	Сырое (свыше)
Зерновые злаковые				
Пшеница Рожь Ячмень Гречиха Овес	4	14,0... 15,5	15,7...17,0	17,0
Кукуруза (зерно)	4	14,0...16,0	16,0...18,0	18,0
Зерновые бобовые				
Горох Кормовые Бобы Люпин,	4	14,0... 16,0	16,0...18,0	18,0
Фасоль	6	16,0... 18,0	18,0...20,0	20,0
Зерновые масличные				
Подсолнеч- ник и лен (семя)	11	11,0...13,0	13,0...14,5	14,5
Конопля (семя)	11	11,0... 12,0	12,0... 14,0	14,0

Таким образом, задача сушки заключается, прежде всего, в снижении влажности до кондиционной.

Сушка зерна представляет собой сложный технологический процесс, который сопровождается комплексом одновременно протекающих и взаимосвязанных теплофизических, физико-химических и

биохимических процессов. Она является наиболее распространенным технологическим процессом. В настоящее время сушат древесину, изоляционные материалы, кирпич, топливо, пищевые продукты, фрукты. Основной целью тепловой обработки сельскохозяйственных материалов является повышение их стойкости при хранении или временной консервации. Однако этим значение тепловой обработки не исчерпывается.

Сушка зерна при использовании научно-обоснованных режимов повышает стойкость зерна при хранении, улучшает его технологические и семенные качества. Так, например, сушка семенного зерна создает лучшие условия для послеуборочного дозревания, при этом повышаются энергия прорастания и всхожесть семян. Сушка товарного зерна, улучшает качество продуктов его переработки (мука, растительное масло и т. д.), способствует повышению производительности мукомольных и маслоперерабатывающих предприятий, увеличивает выход готовой продукции, уменьшает износ технологического оборудования, снижает себестоимость переработки. Однако сушка зерна при высоких температурах приводит к потере всхожести что, как правило, необратимо. При создании равномерной температуры нагрева и равномерного распределения влаги в зерне, а также контроле температуры воздуха и скорости прохождения зерна возникают определенные трудности, поэтому в практике сушки руководствуются данными, приведёнными в табл. 2 [4].

Температура нагрева зерна выше допустимых значений оказывает неблагоприятное влияние на содержащиеся в нем белок, крахмал и жиры. Белок зерна обладает водопоглощательной способностью (набухание), что имеет положительное значение при прорастании семян

и приготовлении теста.

Таблица 2

Рекомендуемая максимальная температура зерна в зависимости от его назначения

№ п/п	Назначение зерна	Максимальная температура нагрева, °С
1	Фуражное	82
2	Для переработки в муку	65
3	Семенное и для солода (при содержании влаги ниже 26 %)	49
4	Семена масличных культур	46

При температуре нагрева зерна выше допустимой белок подвергается денатурации, при этом способность к набуханию уменьшается. Высокая температура оказывает отрицательное влияние на содержание и качество клейковины пшеницы в процессе сушки, что также объясняется денатурацией белка. Нагревание зерна пшеницы с нормальной и слабой клейковиной до 50 °С не оказывает вредного влияния на её качество, но более сильный нагрев может снизить качество клейковины. Способность зерна сохранять свои природные качества при нагреве называют термоустойчивостью. Термоустойчивость зерна увеличивается с уменьшением влажности зерна. Так, зерно пшеницы влажностью 7...8 % при нагреве до 70 °С не теряет всхожести, но то же зерно влажностью 20 % уже при 40...45 °С теряет всхожесть. На термоустойчивость зерна значительное влияние оказывает также продолжительность нагрева. При кратковременном

температурном воздействии зерно может выдержать более высокую температуру. Так, при рециркуляционной сушке семенное зерно влажностью 20 % можно нагревать до 50 °С, а при сушке в шахтной сушилке - до 40 °С. Продолжительность нагрева зерна в рециркуляционной сушилке составляет 2..3 с, а в шахтной - 20 мин. При сушке существует правило: температура нагрева зерна должна быть тем ниже, чем выше её влажность и продолжительнее термическое воздействие [8].

При температуре выше 70 °С происходят изменения в крахмале. При этом происходит клейстеризация, которая ухудшает хлебопекарные свойства зерна. С повышением температуры растет активность ферментов. При температуре 35...55 ° С. Она достигает наибольшего уровня. Дальнейшее повышение температуры до 60:..70 ° С характеризуется падением активности, и при 80 °С она теряется совсем; при этом наблюдается потеря всхожести.

Снижение температуры нагрева зерна ниже режимных параметров неминуемо ведет к снижению производительности сушилки, к увеличению удельного расхода топлива и электроэнергии.

Из производственного опыта известно, что при эксплуатации рециркуляционных зерносушилок снижение температуры нагрева зерна на 1° С ведет к снижению производительности сушилки на 3 %. Следовательно, при сушке зерна не допускается уменьшение температуры его нагрева ниже режимных значений.[5]

Если сравнивать скорости сушки некоторых зерновых культур, то можно установить, что при подводе равного количества тепловой энергии они значительно различаются. В зависимости от скорости сушки можно выделить три группы материалов:

- быстро сохнувшие (семена капусты, сахарной свёклы, рапса);

- нормально сохнувшие (пшеница, рожь, овёс, ячмень);

- медленно сохнувшие (горох, фасоль, люпин) [3].

В мукомольном и крупяном производстве применяют гидротермическую обработку зерна. Основная цель такой обработки - направленное изменение исходных технологических свойств для стабилизации их на оптимальном уровне. Степень изменения технологических свойств зерна определяется конкретным способом гидротермической обработки и особенностями взаимодействия зерна с водой. Например, гидротермическая обработка зерна гречихи включает операции пропаривания, отлёжки, сушки и охлаждения. В результате упрочняется эндосперм, улучшаются потребительские свойства крупы и её усвояемость.

Термическую обработку сельскохозяйственного материала также используют в борьбе с заражённостью его вредителями хлебных запасов и микроорганизмами (табл.3). При этом соблюдают определенное сочетание температуры нагрева и продолжительности сушки.

Таблица 3

Режимы термического обеззараживания зерна

Вредители	Продолжительность жизни в минутах (по наиболее		
	50 °С	55 °С	60 °С
Амбарный долгоносик	55	10	-
Рисовый долгоносик	60	20	-
Мучной хрущак	-	10	-
Рыжий мукоед	190	25	10
Суринамский мукоед	40	10	7
Мучной клещ	20	10	5

Для дезинсекции зерно нагревают до температуры 50.. 60 °С в течение 1 ...2 минут. При этом погибают такие вредители, как клещ, долгоносик, брухус, мукоед во всех стадиях своего развития. Удельный расход энергии на дезинсекцию зерна составляет 17 кВт-ч/т [7].

В результате сушки происходит уменьшение массы сельскохозяйственных продуктов, что имеет немаловажное значение. Например, молоко теряет 80 % своей массы, овощи - 70...75 %. фрукты - 50 %, зерно - до 10... 15 % [6].

Представляется целесообразным организация сушки на местах производства сельскохозяйственных продуктов, поскольку это позволяет освободить железнодорожный и другие виды транспорта от перевозок значительного количества лишнего груза (воды).

На основании анализа данных работ [1...10] и вышеизложенного следует, что для повышения эффективности сушки зерна необходимо, чтобы конструкция зерносушилки обеспечивала равномерный нагрев и сушку зерна при надежном контроле температуры и влажности зерна во время сушки. Современные зерносушилки должны обладать определенной степенью универсальности в части возможности сушки зерна различных культур (пшеница, рис, семена подсолнечника, кукуруза и др.), резко различающихся физико-химическими, биохимическими, структурно-механическими и другими технологическими свойствами. Эффективность сушки зерна позволяет повысить увеличение активной поверхности зерна, участвующей в процессе тепло - и влагообмена, рациональное сочетание технологических приёмов обезвоживания зерна, повышение температуры зерна, подаваемого на сушку и охлаждение.

Приоритетным направлением повышения эффективности сушки зерна [1], будет являться изыскание



способов повышения интенсивности испарения влаги из материала и снижение энергетических затрат, необходимых па его осуществление. Для решения проблемы снижения энергоемкости сушки зерна возможны следующие направления:

- повышение температуры сушильного агента и увеличение его расхода;
- рециркуляция отработавшего в зерносушилке теплоносителя;
- предварительный подогрев зерна;
- герметизация, теплоизоляция сушилки, каналов и воздухопроводов;
- наложение неоднородных электрических полей;
- регенерация теплоты из отработанного теплоносителя;
- наложение электромагнитных ВЧ и СВЧ полей. [9]

Сравнивая эффективность применения каждого из отмеченных технических приемов, следует отметить, что наиболее целесообразным из них, с точки зрения технологии послеуборочной обработки зерна, является применение предварительного подогрева зерна на операциях, предшествующих его сушке. Однако для осуществления предварительного подогрева зерна на зерносушилке должна быть смонтирована специальная емкость, что связано с увеличением металлоемкости зерносушилки.

Таким образом, обобщая вышеизложенное, можно заключить, что тепловая обработка сельскохозяйственных материалов имеет важное технологическое значение. Наряду с применением данного вида обработки для удаления избыточной влаги из зерна (сушка), тепловую обработку в сельском хозяйстве применяют для борьбы с заражённостью зерна вредителями хлебных запасов и микроорганизмами (термическое обеззараживание). В

мукомольном и крупяном производстве применяют гидротермическую обработку зерна с целью изменения исходных технологических свойств в заданном направлении для стабилизации их на оптимальном уровне. Конструкция зерносушилки должна обеспечивать равномерный нагрев и сушку зерна при надежном контроле температуры и влажности зерна во время сушки. Зерносушилка должна быть универсальной: с возможностью сушки зерна различных культур. Приоритетными направлениями повышения эффективности сушки зерна являются: рациональное сочетание технологических приёмов обезвоживания зерна, повышение интенсивности испарения влаги из материала и снижение энергетических затрат, необходимых на его осуществление.

### Список литературы

1. Анискин, В. И. Технологические основы оценки работы зерносушильных установок / В. И. Анискин, Г. С. Окунь / У М.: ВИМ. - 2003. - 167 с.
2. Атаназевич, В. И. Сушка зерна. - М.: Агропромиздат, 1989.- 240 с.
3. Бортдинов, А. Д. Послеуборочная обработка зерна и семян. - Казань: Издательство Казанского ун-та, 2001.- 82 с.
4. Вобликов, Е. М. Послеуборочная обработка и хранение зерна / Е. М. Вобликов, В. А. Буханцов, А. С. Прокопец, - Ростов-на-Дону: Издательский центр «МарТ», 2003.-231 с.
5. Журавлев, А. П. Зерносушение: Учебное пособие. - Самара, 2004. - 144 с.
6. Захарченко, И. В. Послеуборочная обработка семян, - М.: Заготиздат, 1984. - 267 с.

7. Исайчев, В.Л. Практикум по технологии хранения и переработке продукции растениеводства. - Ульяновск: УГСХА, 2005.- 290с.

8. Клименок, А.В. Выбор метода и параметров термообработки фуражного зерна перед плющением / Механизация и электрификация сельского хозяйства. - Респ. межвед. тематический научно-технический Сборник, 1988. -Вып. 68.

9. Ксенз, Н. В. Пути снижения энергоемкости процесса сушки семян зерновых культур. Технологические комплексы, машины и оборудование для механизации процессов в полеводстве / Н. В. Ксенз / Сб. науч. тр. ВНИИТМЭСХ. - 1994. - С, 185 -190.

10. Манжосов, В. И. Технология хранения растениеводческой продукции / В. И. Манжосов, И. А. Попов, Д. С. Щедрин/М.: КолосС. - 2005. - 392 с.

## **HEAT TREATMENT OF AGRICULTURAL MATERIALS AND WAYS OF INCREASING ITS EFFECTIVENESS**

**D. Y. Danilov**, the docent, the teacher of the chair «The agricultural machines and exploitation of car-tractor park», the NGIEI

**Annotation.** In this article some aspects of heat treatment of agricultural materials are considered, the main problems are opened, the general claims for constructions of the modern grain dryers are shown, the ways of decision of these problems are offered.

**The keywords.** Agricultural production, heat treatment, agricultural materials, grain drying, the grain dryers, grain humidity.