

## НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ СУШКИ ЗЕРНА

**Беккулов Б. Р.,**

Андижанский машиностроительный институт – Узбекистан,

**Юсубов Ф.,**

Азербайджанский технический университет – Азербайджан,

**Рахманкулов Т. Б.,**

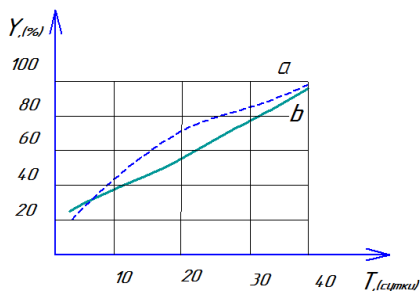
Андижанский машиностроительный институт – Узбекистан,

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены некоторые вопросы сушки, при которых необходимо выбрать метод сушки, приведены сведения о влиянии влажности на посевные свойства зерновых (риса) и зернобобовых (арахиса) культур, допустимые значения уровня температуры при сушке, теплопроводности зерновых культур, а также об особенностях сушки маслянистых культур (подсолнечника).

Долголетние наблюдения специалистов, выявили необходимые условия для сохранности способности к прорастанию семенных зерна и, вообще, к длительному хранению и переработки качественного зерна. Основными условиями, влияющими на целостность зерна является температура и влажность его при хранении.

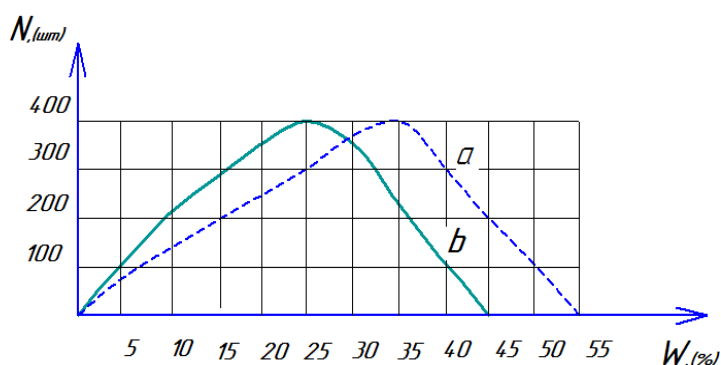
В сельском хозяйстве после сбора урожая пшеницы на эти поля сеются зерновые, зернобобовые и маслянистые культуры (рис, арахис, подсолнечник и т.п.) и получают вторые урожаи. Сбор этого урожая приходится к осени и осенью наблюдается облачная, дождливая погода [1]. Поскольку средняя относительная влажность окружающей среды около 60%, для этого значения были определены уровни равновесной влажности, обеспечивающие сохранность семян различных культур при температуре воздуха 20°C. Они оказались для зерновых 13-14%, для зернобобовых – 12%, для маслянистых – 8% и т.д. Как правило, в процессе уборки не часто удается получить указанные параметры по влажности зерна, и сушка зерна в этом случае является очень важным и обязательным звеном в послеуборочной обработке семян. Поскольку при сушке зерна часто возникает вопрос о снижении посевных свойств и связаны эти снижения с перегревом зерна, то в таких оценках необходимо учитывать этап послеуборочного дозревания, которые у зерновых, зернобобовых занимает не

менее 40 дней. На рисунке 1 приведены кривые, соответствующие этому процессу для риса и арахиса.



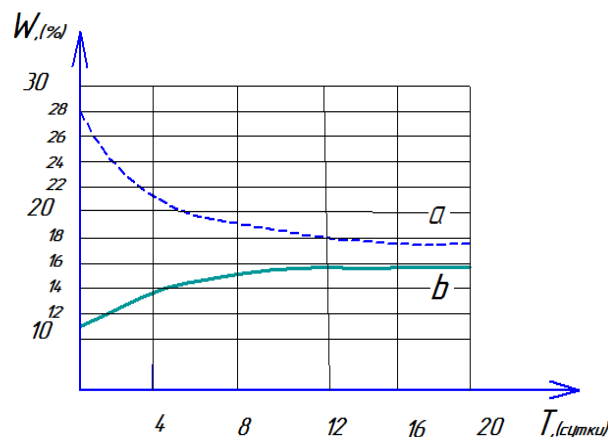
**Рис.1. Всхожесть зерна (а-арахис, b-рис) в зависимости от времени за период послеуборочного дозревания.**

Во избежание ошибок при оценке посевных свойств семян этот период надо учитывать. Кроме того, влажность отдельных семян на материнском растении так же различается. Иначе говоря, если мы влагомером померили усредненную влажность, взятого для этой цели образца, то надо понимать, что в бурте зерна обязательно есть семечки, влажность которых заметно выше или ниже средней. Так, исследования показывают, что для риса и арахиса зависимость между числом буртов (N) и влажностью (W) подчиняется закону Гаусса (рис. 2) [2].



**Рис.2. Распределение влажности в партии зерна(а-арахис, b-рис) при уборочной влажности**

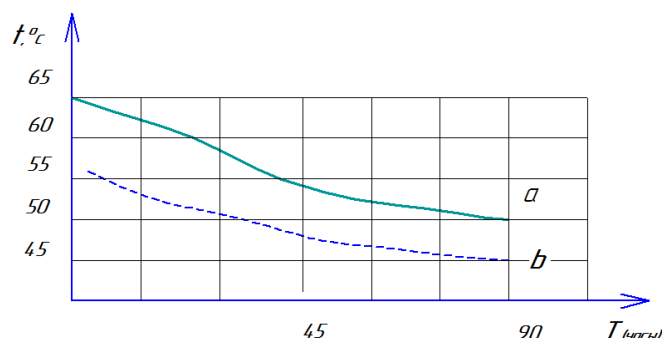
Естественно, при существенной неравномерности влажности в зерновой массе происходит влаговыравнивание, но оно требует времени, по той причине, что влага от более влажного зерна к менее влажному не происходит напрямую (зерновки касаются друг друга в точке). Процесс происходит через испарение влаги в межзерновое пространство влажным зерном и поглощение влаги из межзерновых воздушных объемов менее влажным зерном. При этом разница во влажности 2-3 % сохраняется длительное время (рис. 3).



**Рис.3. Динамика изменения влажности фракций в смеси зерна (а-«влажного», б-«сухого»)**

При сушке температура зерна всегда ниже температуры теплоносителя. При меньшей начальной влажности зерна процесс сближения температуры теплоносителя и зерна происходит быстрее. Этот процесс так же зависит от интенсивности конвективного теплообмена. При скорости теплоносителя 0,6-0,7 м/с указанная разница (2-3°C) устанавливается за 10-15 минут, а при сушке в кипящем слое через 3-5 минут. Величина коэффициента позволяет оценить величину влажности поверхности зерна, т.е. его оболочки и средней части зерна. Величина этого коэффициента для мелких семян 0,8-0,9, для риса – 0,7, а для бобовых культур 0,3-0,4. Тогда при средней влажности риса в конце сушки, равной 14%, защитная пленка имеет влажность  $14 \cdot 0,7 \approx 10\%$ , а для бобовых, соответственно, при влажности зерна 12% оболочка высушена до  $12 \cdot 0,4 \approx 5\%$ . Именно это приводит к растрескиванию оболочки при сушке зернобобовых культур. Структура зерновки не может быть отнесена полностью к пористому материалу, ибо в ней большую часть составляют коллоиды, со всеми характерными для них свойствами. Одно из которых особо значимо для понимания проблемы сушки – зерно, как любое коллоидное тело, легко вбирает влагу и плохо ее отдает, поскольку влага, попав в зерно, участвует в сложных биохимических процессах. Интенсивность испарения влаги из зерна пшеницы в 16 раз меньше, чем с открытой водной поверхностью при той же температуре теплоносителя и скорости его движения над поверхностью. Так что свободной влаги в зерне мало. Температуру зерна, его влажность и время воздействия температуры определенного значения необходимо взаимосвязывать при сушке зерна, чтобы не снизить посевные качества семян. Допустимые значения температур при различных величинах времени воздействия на зерновку, не влияющие на жизнедеятельные процессы в ней, зависят от влажности зерна – чем выше влажность, тем ниже допустимые значения температур (рис. 4).

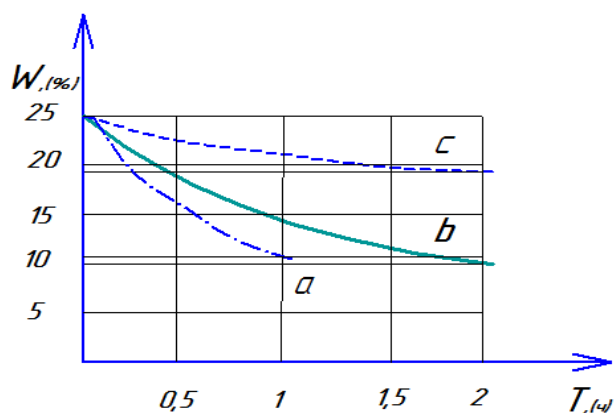
Необратимое снижение жизнедеятельности влажного зерна начинается при 55°C (коагуляция белка в зародыше и алейроновом слое), а сухого при 65°C. При этих значениях температуры зерно не должно находиться более 5 минут.



**Рис.4. Допустимые значения уровня температур риса и время воздействия для различных значений влажности риса (а-при W=12%, , б-при W=30%) не приводящих к снижению посевных качеств**

Интенсивность удаления влаги из зерна при сушке зависит от двух параметров: влажности зерна и температуры теплоносителя. Чем выше влажность, тем интенсивнее происходит влагоудаление. При этом зона допустимых температур зерна, не приводящих к снижению жизненных процессов в нем, составляет 45-52°C.

Наиболее сложным объектом сушки являются крупные семена арахиса. Прочная связь влаги с белковым комплексом семян, низкая теплопроводность, ясно выраженная структурная и анатомическая обособленность оболочки при значительных размерах зерна требуют снижения скорости сушки во избежание растрескивания оболочки семян в процессе сушки. В среднем семена арахиса отдают влагу в 5-7 раз медленнее, чем рис. На рисунке 5 показана сравнительная динамика сушки арахиса и риса.



**Рис.5. Динамика сушки риса (а-рис) и семян арахиса ( б- оболочка арахиса, с-центральная часть арахиса)**

Если взять отношение тепла потраченного на нагрев зерна и на испарение влаги (критерий Косовича), то для риса этот коэффициент 0,5-0,75, а для бобовых – 0,12-0,15, т.е. существенная доля тепла при сушке бобовых идет на нагрев бобов [1]. Специально поставленные исследования показали, что при сушке зернобобовых поверхность их быстро обезвоживается, а центральная часть семян остается влажной. Казалось бы, проблему можно решить, применяя способ сушки с периодами отлежки, но исследования по оценке требуемого времени для выравнивания влажности в семенах зернобобовых положительных результатов не дали. Были взяты бобы арахиса с начальной влажностью 26% подсушенные до средней влажности 19%. Влажность оболочки при этом составляла все те же 8% (8,7%). Через час в герметичном объеме без влагообмена с окружающей средой влажность оболочки поднялась до 9,9%, т.е. влажность поднялась всего 1,2%, а через 1,5 часа влажность оболочки всего составила 10,4%, т.е. темп влаговыравнивания снизился. Если учесть, что время отлежки требует емкостей, что затрудняет поточность технологии сушки, то применительно к зернобобовым культурам с целью предотвращения растрескивания бобов при сушке необходимо на первом этапе нагрева бобов подавать относительно влажный теплоноситель умеренной температуры и влажностью по среднему значению влажности на всем этапе сушки не должен превышать 3%.

Влагопроводность зерен различных культур разная и характеризуется коэффициентом влагопроводности [2]:

$$k = P_z / P_m$$

где,  $P_z$  – парциальное давление пара в зерне в конце сушки;  $P_m$  – парциальное давление пара в зерне в начале сушки.

Особенности сушки подсолнечника заключаются в том, что плодовая оболочка (лузга) и ядро сильно отличаются по структуре, физическим и механическим свойствам. Семена подсолнечника состоят из плодовой оболочки (лузги), семенной оболочки (пленки) и семени (ядра). Главная функция плодовой оболочки состоит в предохранении ядра от механических повреждений и разрушительного воздействия микроорганизмов и некоторых вредителей. Плодовая оболочка, как правило, плотно прилегает к ядру [3]. Воздушные полости находятся в острых ребрах семечки. В соответствии с анатомическим и структурным строением, химическим составом отдельная семечка как объект сушки представляет собой биокolloидную систему двухкомпонентного сочетания: капиллярно-пористого (плодовая оболочка) и коллоидного (ядро) тел, для которых характерно наличие всех видов связи влаги. Общее количество

влаги в семянке и распределение ее между ядром и плодовой оболочкой зависит от многих факторов: погодных условий, степени зрелости и биологических особенностей самих семян. В период уборки в зависимости от района возделывания средняя влажность семян колеблется в широких пределах. Неоднородность семечки – наличие высокобелкового ядра, прочно удерживающего влагу, и плодовой оболочки (лузги), легко теряющей влагу – требует создания таких условий сушки, при которых будет происходить интенсивное удаление слабо связанной поверхностной влаги из капиллярно-пористой оболочки и перемещение прочно связанной влаги в коллоидном ядре к поверхности семечки. Влагоинерционность семян, обусловленная низким коэффициентом влагопроводности, создает условия для растрескивания семян при форсированной конвективной сушке. При быстром испарении влаги с поверхности происходит усадка семян, а из-за низкой влагопроводности влага не успевает переместиться из глубинных слоев семени к поверхности. В результате этого семенная оболочка трескается.

Таким образом, сушка зерновых культур является ответственным этапом, от которого зависит качественные свойства зернопродуктов. Из вышеизложенного вытекает что, при выборе метода сушки необходимо учитывать вид зерновых культур. С увеличением относительной влажности воздуха процесс увлажнения зерна ускоряется. Допустимая влажность масличных культур (подсолнечника) ниже, чем у зерновых по той причине, что масло не увлажняется, и вся влага в семенах масличных культур приходится на белок и клетчатку. Зерновые (рис) и зернобобовые культуры (арахис) при тепловой конвекции очень быстро отдают влагу. Они являются неэластичными, легко ломаются при сушке, что приводит к дроблению на доли.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беккулов Б.Р. и др. Передвижное сушильное устройство для зернистых сельскохозяйственных продуктов. Международная научно-практическая конференция. Россия, Астрахань-2016. с.282.
2. С.Д.Птицын. Зерносушилки. Технологические основы. Тепловой расчет и конструкции. М. «Машиностроение» 1966.
3. Демидов А.С., Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий. Поиск рационального способа сушки семян подсолнечника/ Демидов А.С.//Хранение и переработка зерна. – 2011. – №4 (142) апрель. – С.36.