

УЧЕТ ФОРМЫ СВЯЗИ ВЛАГИ С ЗЕРНОМ ПРИ СУШКЕ, ОБРАБОТКЕ И ХРАНЕНИИ

Манасян С.К., Манасян Д.С.

*Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
ООО «НовоТех», Красноярск, Россия*

Работа выполнена при финансовой поддержке Фонда содействия развития малых форм предприятий в научно-технической сфере

The article deals with the important characteristics of the link forms of moisture with the grain that is supplied for drying, handling and storage.

Изучение форм и энергии связи влаги с элементами сухого вещества зерна – крахмалом и белками приобретает важное значение, вследствие того, что при обосновании режимов сушки необходимо учитывать последовательность удаления в процессе сушки влаги различных видов и форм связи.

Указанные исследования дадут возможность вскрыть механизм внутреннего переноса влаги в зерне и ответить на вопрос, имеющий большое значение для технологии сушки: как влияют различные методы и режимы сушки на углубление поверхности испарения и в каком виде перемещается влага внутри зерна.

Формы и виды связи влаги, находящейся в зерне, различны: от самой прочной, обусловленной молекулярными силами, до чистого механического удерживания на поверхности зерна. Современные представления о формах связи влаги с материалом базируются на работах акад. Ребиндера П.А. и Казакова Е.Д.

В зависимости от величины энергии связи принято различать: химически связанную, физико-химически связанную и физико-механически связанную влагу.

Химически связанная влага характеризуется наиболее высокой энергией связи. Она может быть удалена из зерна лишь при особо интенсивной тепловой обработке – прокаливании.

Физико-химической форме соответствуют три вида связи: адсорбционно связанная влага, осмотически связанная и структурная влага.

Адсорбционно связанная влага представляет собой слой воды толщиной в несколько сотен диаметров молекул, удерживаемой силовым полем на активной поверхности коллоидного капиллярнопористого тела. Зерно обладает огромной внутренней поверхностью, а, следовательно, и значительной свободной поверхностной энергией, за счет которой происходит адсорбционное связывание воды. Наиболее прочно связан первый мономолекулярный слой. Тепловой эффект адсорбции характеризуется количеством теплоты,

выделяющейся при поглощении 1 кг воды. Это количество теплоты называется дифференциальной теплотой набухания.

Адсорбционно связанной влаге соответствует очень низкая влажность зерна и она характеризуется значительной энергией связи.

Влага концентрируется в частях, наиболее богатых гидрофильными коллоидами – в основном белками и крахмалом. Крахмал способен поглощать до 30–70% воды (в расчете на сумму сухого вещества), а белковые вещества – до 180–200%. В зерне пшеницы влажностью до 22% наибольшее количество влаги связывает крахмал, наименьшее – клетчатка. При влажности зерна около 17% крахмальные гранулы и белковые прослойки имеют одинаковую влажность. При меньшей влажности зерна, влажность крахмала выше, чем белка, а при большей влажности зерна – наоборот.

В сыром зерне влага связана более прочно белками, и, поскольку белки связывают воду медленнее, чем крахмал, в свежесобранном сыром зерне связь влаги менее прочна.

Прочное удержание влаги в зерне достигается, благодаря высокой гидрофильности семенной оболочки и алейронового слоя.

В плодовых оболочках зерна влага практически свободна.

Энергия связи влаги различна и для разных диапазонов влагосодержания, о чем свидетельствуют критические значения на изотермах сорбции – десорбции зерна с характерной петлей сорбционного гистерезиса.

Адсорбционно связанная влага может быть удалена при сушке с дополнительными затратами энергии на разрушение связи влаги с зерном. При этом она должна быть превращена в пар, после чего начинает перемещаться к поверхности зерна.

Осмотически связанная влага представляет собой влагу, проникшую внутрь клетки зерна в результате осмотического давления. Механизм проникания воды в ткани зерна отличается от того, что наблюдается в неживой коллоидной системе. Осмотическая вода, проникая в клетку зерна, изменяет свою форму и свойства. Она становится составной частью цитоплазмы и клеточного сока, заполняющего вакуоли. Затем она вступает в различные физические и химические взаимодействия с компонентами клетки. Осмотическая связь имеет меньшую прочность, чем адсорбционная. Однако при удалении осмотически связанной влаги так же требуются дополнительные затраты энергии.

Структурная влага в зерне в процессе формирования геля соответствует весьма малая энергия связи. По своим свойствам она практически не отличается от обычной воды. При ее удалении в процессе сушки зерна дополнительная энергия затрачивается, в основном, на преодоление сопротивления структурных образований зерна при диффузии влаги к поверхности зерна как в виде пара, так и в виде жидкости.

К физико-механически связанной влаге относят влагу смачивания, находящуюся на поверхности зерна. Вода заполняет макрокапилляры только при непосредственном соприкосновении с ней. Прочность связи влаги, находящейся в микро- и макрокапиллярах, значительно меньше осмотически

связанной влаги, однако и при ее удалении в процессе сушки требуется некоторая дополнительная энергия.

Связь влаги смачивания наиболее прочна. Влага смачивания прилипает к поверхности зерна при непосредственном соприкосновении и удерживается механическими силами сцепления частиц воды. Попав на поверхность зерна, влага может в дальнейшем проникнуть внутрь зерна в результате осмотического давления, образовав новую форму связи – осмотическую или структурную.

Именно эта форма влаги придает зерну мало изученное свойство липкости, также требующее учета при проектировании и построении процессов сушки, обработки и хранения.

Литература

1. Цугленок, Н.В. Методики определения теплофизических свойств зернового материала / Н.В.Цугленок, С.К.Манасян, Н.В.Демский, Н.Н.Конусов // Машино-технологич., энергетич. и сервисное обеспеч. с.-х. товаропроизводителей Сибири: Сб. тр. междунар. науч.-практич. конф. – Новосибирск: СибИМЭ, 2008.

2. Манасян, С.К. Позонная зерносушилка блочно-модульной конструкции / С.К.Манасян, Н.В.Демский, О.В.Пиляева // Машино-технологич., энергетич. и сервисное обеспеч. с.-х. товаропроизводителей Сибири: Сб. тр. междунар. науч.-практич. конф. – Новосибирск: СибИМЭ, 2008.

3. Волхонов, М.С. Обоснование и совершенствование процессов и аэрожелобных устройств для послеуборочной обработки зерна: диссертация ... доктора технических наук: 05.20.01 / Чуваш. гос. с.-х. акад. - Кострома, 2007. - 480 с.

4. Максимов, Н.М. Повышение эффективности сушки семян рапса путём совершенствования конструктивных и технологических параметров бункера активного вентилирования: диссертация ... кандидата технических наук: 05.20.01 / Сев.-Зап. науч.-исслед. ин-т механизации и электрификации сел. хоз-ва. - Великие Луки, 2011. - 165 с.

5. Цугленок, Н.В. Техника и технология сушки зерна / Н.В. Цугленок, С.К. Манасян, Н.В. Демский // "Международный журнал экспериментального образования" №11, 2012. – с.46-47.