

А. Т. Умбетбеков, к.т.н., **А. К. Бекетова***,
М. Ж. Кизатова**, д.т.н., **М. М. Абдибаттаева*****, д.т.н.

Казахский национальный технический университет
им. К. Сатпаева

Алматинский гуманитарно-технический университет*

Алматинский технологический университет**

Казахский национальный университет им. аль-Фараби***

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОГЛОЩЕНИЯ ВЛАГИ ЗЕРНОМ КУКУРУЗЫ РАЗНОЙ КРУПНОСТИ

Изучены особенности процесса поглощения влаги зерном разной крупности при иммерсионном и дозированном увлажнении. По данным исследования высокой разнокачественности по размерам зерен, поглощение влаги может быть различным. В пределах одной партии разность поглощенной влаги между зернами крупной и средней фракции составляет 2,0-2,5%. Для повышения эффективности гидротермической обработки и оптимизации технологии переработки партии зерна фракционируют на более однородные по физическим свойствам потоки, поэтому рекомендуется обрабатывать зерно отдельно по фракциям.

Ключевые слова: однородные, поглощение влаги, гибриды кукурузы, фракция крупности, влагопоглотительная способность, переработка кукурузы, отволаживание зерна, увлажнение зерна.



Дәннің әртүрлі ірілігіне байланысты ылғалды сіңіру үрдісінің иммерсионды және мөлшерлеп ылғалдау ерекшеліктері анықталды. Дәннің мөлшері (көлемі) бойынша жоғары түрлі сапалылығын зерттеу мәліметтері бойынша, ылғалды сіңіру айырмашылықтары байқалады. Бір партия арасындағы ірі және орташа фракция мөлшердегі дәндерінің ылғал сіңіру айырымы 2,0-2,5% жетеді. Сондықтан, дәнді гидротермиялық өңдеудің тиімділігін арттыру және лекті қайта өңдеу технологиясын оңтайландыру үшін, дән партияларын физикалық қасиеттеріне байланысты мөлшері біркелкі болатын фракцияларға бөледі, сондай-ақ дәнді ірілігіне байланысты бөлек фракцияларға бөле отырып, өңдеуді ұсынады.

Түйінді сөздер: біркелкі, ылғал сіңіру, жүгері гибридтері, ірілік фракциялары, ылғал сіңірушілік қасиеті, жүгеріні оңдеу, астықты ылғадау.



The features of the process of absorption of moisture grains of different sizes during the immersion and dosed moisturizing. According to the research of high difference in quality of grain size, moisture absorption is the difference. The within-batch difference between the grains of moisture absorbed the big and middle fractions of 2.0-2.5%. Therefore, to improve the efficiency of hydrothermal treatment (TRP) and the optimization of the technology of processing batch of grain were fractionated into more homogeneous in their physical properties and it is recommended to treat grain separate by fractions.

Key words: homogeneous, moisture absorption, corn hybrids, fraction size, moisture absorbent ability, corn processing, grain moisture.

Характер взаимодействия зерна с водой обусловливается влиянием сорбционных свойств зерна, параметров влагоносителя и окружающей среды. В практической технологии увлажнение зерна осуществляют водой в капельно-жидком состоянии, при полном погружении в воду или паром с различными параметрами. Поверхность зерна как биологического объекта имеет пустотельные трубчатые клетки и приспособлена для быстрого захвата влаги, что необходимо на начальном этапе развития будущего растения. При этом количество начальной поглощенной воды численно равно влагоемкости наружных оболочек. В данном случае кривые увлажнения развиваются ступенчато [1].

В течение первых 5-6 с зерно поглощает 3,0-5,0% влаги. Вслед за первым интенсивным этапом наступает период, когда влагосодержание зерна практически не меняется. Продолжительность этого этапа составляет 15-30 мин. Затем наступает новый интенсивный период поглощения влаги. И так в течение всего периода взаимодействия зерна с водой. Интенсивность второго и последующих пиков поглощения влаги постепенно снижается, происходит насыщение влагой тканей зерна.

Увлажнение пропариванием осуществляется или влажным насыщенным паром, или перегретым паром. Считается, что при пропаривании происходит более равномерное увлажнение по-

верхности зерна, что создает благоприятные условия для проведения гидротермической обработки в целом. Одновременно с увлажнением происходит прогревание зерна, что увеличивает скорость диффузии влаги от периферии к центру и, следовательно, скорость преобразования свойств зерна. Тепловое воздействие при определении температурных параметров может привести к глубоким изменениям в зерне, которые повлияют на технологические свойства.

В технологии крупы оптимальная влажность колеблется в значительных пределах и также в зависимости от вида перерабатываемого зерна и типа технологии. Для большинства культур технологическая влажность составляет 13,0-16,0%. При переработке кукурузы в крупу для хлопьев и палочек влажность повышают до 19,0-22,0%, что связано с необходимостью пластификации зародыша и последующим его отделением без дробления [2].

Весь процесс взаимодействия зерна пшеницы с водой можно разделить на 3 этапа:

- *начальный* – продолжительностью 0,5-1,0ч (происходит влагонасыщение плодовых и семенных оболочек, алейронового слоя и зародыша);
- *основной* – продолжительностью 5-12ч (происходит перенос влаги внутрь эндосперма);
- *заключительный* (релаксационный) – продолжительностью 24 ч и более (завершается распределение влаги по анатомическим частям) [2].

В процессе взаимодействия зерна с водой важным фактором является время. В первую очередь он проявляется в продолжительности отволаживания зерна. Исследования Л.Е. Айзиковича и Б.В. Сенаторского показали, что с повышением температуры поглощаемой воды влагопоглотительная способность зерна при отволаживании возрастает [3].

Изменение влажности и перемещение влаги внутри зерна воздействует на технологические свойства зерна. Поэтому необходимо рассмотреть особенности процесса внутреннего переноса

влаги и установить механизм взаимодействия зерна с водой при различных условиях. Е.Д.Казаков экспериментально установил, что алейроновый слой имеет повышенную гидрофильность [4,5]. При этом измерения проводили на 6-7 участках поперечного среза зерен исследуемых гибридов кукурузы по фракциям крупности. Фотографирование срезов зерен производили в электронно-зерновом микроанализаторе «Superprobe-733» с использованием спектрометра «Yncaenergy» при увеличении в 400 раз. В соответствии с рис.1 толщина плодовых и семенных оболочек зерна у разных гибридов кукурузы колеблется значительно, что, по-видимому, является сортовым признаком и характеризует группу созревания. Так, у раннеспелого гибрида Молдавский 215 толщина оболочек и алейронового слоя была наименьшей, а у среднеспелого ЗПСК-539 – наибольшей. При сравнении толщины оболочек и алейронового слоя у крупных и средних фракций вышеназванных гибридов можно сделать вывод, что в средних фракциях они значительно больше: на 7,0% – у Молдавского 215; на 9,2% – у ЗПСК-704 и на 12,0% – у ЗПСК-539. Наибольшая толщина оболочек и алейронового слоя у ЗПСК-539 в средней фракции зерен: плодовая – 108,0мк, семенная – 22,8мк, алейроновый слой – 38,2мк.

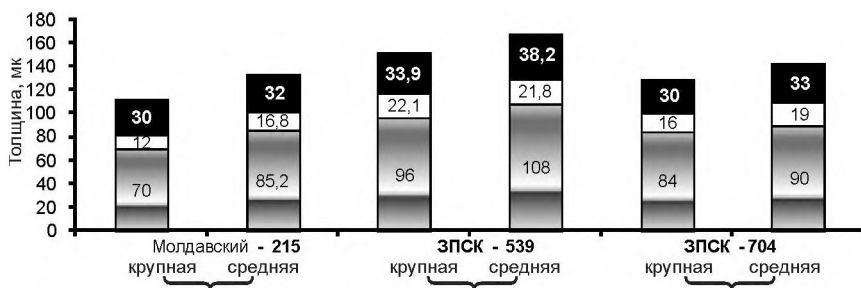


Рис. 1. Толщина плодовых, семенных оболочек и алейронового слоя зерен гибридов кукурузы различных фракций крупности: ■ – плодовые оболочки; □ – семенные оболочки; ▒ – алейроновый слой

На крупных, мукомольных предприятиях при гидротермической обработке зерна имеют место процессы иммерсионного увлажнения в моечной машине и дозированного внесения влаги в зерновую массу в увлажнительных машинах. В связи с этим особенности процесса поглощения влаги зерном разной крупности были изучены при иммерсионном и дозированном увлажнении.

Установлено, что при иммерсионном увлажнении наблюдается тесная связь между приростом влаги и крупностью зерна гибридов кукурузы (табл. 1). Количество влаги, поглощенной зерном кукурузы крупных и средних фракций, составило через 10 с

Таблица 1

Поглощение влаги зерном разных фракций крупности кукурузы при иммерсионном увлажнении

Гибрид	Фракция крупности	Исходная влажность, %	Прирост влаги, %		
			τ=10 с	τ=30 с	τ=60 с
Молдавский 215	Крупная	12,7	1,04	2,21	2,87
	Средняя	12,8	1,20	2,38	3,42
ЗПСК-539	Крупная	13,0	1,03	1,37	2,53
	Средняя	13,5	2,35	2,84	3,33
ЗПСК-704	Крупная	12,7	1,04	2,54	3,02
	Средняя	12,9	1,34	3,03	3,48

у сортов: 1,04 и 1,20% – Молдавский 215; 1,03 и 2,35% – ЗПСК-539; 1,2 и 1,34% – ЗПСК-704 соответственно. Через 60 с эта разница соответствовала для раннеспелого гибрида Молдавский 215 – 2,87 и 3,42%; для среднеспелого ЗПСК-539 – 2,53 и 3,33%; для позднеспелого ЗПСК-704 – 3,02 и 3,48% у зерен крупной и средней фракций соответственно каждого гибрида. Это объясняется, очевидно, помимо различий в удельной поверхности, относительно большим содержанием оболочек и алейронового слоя в средних фракциях гибридов кукурузы, которые наиболее активно поглощают влагу.

Следовательно, особенности морфолого-анатомического строения и физико-химических свойств в удельной поверхности обуславливают различия в кинетике влагопоглощения зерном кукурузы разных фракций крупности. Для равномерного распределения введенной воды требуется определенный промежуток времени, на продолжительность которого в числе прочих факторов оказывают влияние размеры зерновок. Исходя из ранее проведенного эксперимента, очевидно, что для зерна с меньшими размерами этот промежуток времени будет короче, чем для крупного зерна.

Различия в количестве влаги, поглощаемой зерном разной крупности при увлажнении водой, окрашенной пищевым красителем являются причиной неодинаковой интенсивности проникновения ее в зерновку в процессе последующего отволаживания, что подтвердили исследования с применением оптической фотографии. На рис.2 представлена картина поглощения влаги зернами различной крупности исследуемых гибридов кукурузы при совместном их увлажнении в течение 15 мин. и 1-2-3-х часов отволаживания. Определение влажности каждой фракции проведено после разделения их на фракции крупности. Были увлажнены зерновки без трещин и заметных глазу механических повреждений в течение 15 мин. при погружении их в воду с температурой 35-40 °С. Влажность гибрида ЗПСК-704 обеих фракций за это время была наивысшей: средняя фракция – 25,9 %, крупная – 23,5 %. Наименьшую влагопоглотительную способность показал гибрид Молдавский 215, у которого влажность средней фракции за это же время максимально соответствовала 22,9 % и крупной фракции – 21,6 % (табл.2).

Такая разница влагопоглотительной способности зерна исследуемых гибридов объясняется также данными по плотности зерна. Самая высокая плотность установлена у гибрида Молдавский 215 в средней фракции – 1,29 г/см³, наименьшая – у ЗПСК-704 в крупной фракции – 1,21 г/см³. Среднее положение по влагопоглощению занимает гибрид ЗПСК-539, что соответ-

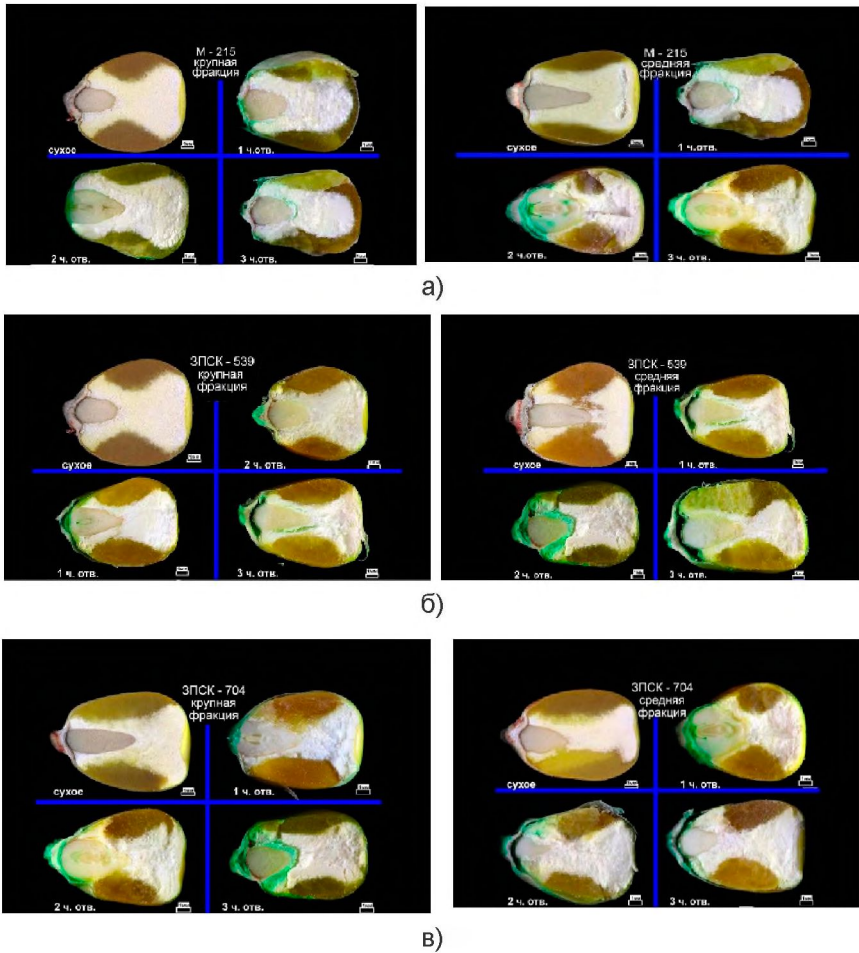


Рис. 2. Поглощения влаги зерном крупной и средней фракции:
а) гибрида Молдавский 215; б) ЗПСК-539; в) гибрида ЗПСК-704

стствует значениям плотности его зерна $1,23$ и $1,26$ г/см³. Кроме того, ранее проведенные исследования показали, что у ЗПСК-704 наибольшее содержание зародыша – $11,9\%$ в средней фракции; $13,5\%$ – в крупной фракции.

Приращение влаги в зернах различной крупности при совместном увлажнении и отволаживании

Гибрид	Начальная влажность исходного образца, %	Продолжительность отволаживания, ч					
		крупная фракция			средняя фракция		
		1	2	3	1	2	3
ЗПСК-704	12,8	21,9	23,5	22,3	23,3	25,9	24,9
ЗПСК-539	13,0	21,6	23,3	21,8	22,4	25,7	24,7
Молдавский 215	12,8	20,8	21,6	21,2	22,3	22,6	22,9

Таким образом, установлено, что при увлажнении зерновой массы кукурузы в результате высокой разнокачественности по размерам зерен поглощение влаги ими различно. В пределах одной партии разность поглощенной влаги между зернами крупной и средней фракции составляет 2,0-2,5%. Поэтому для повышения эффективности ГТО и оптимизации технологии переработки партии зерна фракционируют на более однородные по физическим свойствам потоки и обрабатывают раздельно.

Литература

- 1 Чеботарев О.Н., Шаззо А.Ю., Мартыненко Я.Ф. Технология муки, крупы и комбикормов. – М.: ИКЦ «Март», 2004. – 688 с.
- 2 Бутковский В.А., Мельников Е.М. Технология мукомольного, крупяного и комбикормового производства. – М.: Агропромиздат, 1989. – 463 с.
- 3 Айзикович Л.Е., Сенаторский Б.В., Соколов Н.П. Новое в технологии мукомольного производства. – М.: Высшая школа, 1966. – 126 с.
- 4 Казаков Е.Д. Влага в зерне. – М.: Колос, 1969. – 51 с.
- 5 Правила организации и ведение технологического процесса на крупяных предприятиях. – М., 1990. – 143 с.