

**ВЛИЯНИЕ «ХОЛОДНОГО» КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ЗЕРНА  
НА МУКОМОЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ПШЕНИЦЫ  
РАЗЛИЧНОЙ ТВЕРДОЗЕРНОСТИ**

*Г. Е. Жумалиева, к.т.н., К. А. Елеуенова, к.т.н.,  
Н. О. Онгарбаева,\* д.т.н.*

Национальный центр научно-технической информации  
Алматинский технологический университет\*

---

Оңтайлы мәніне дейін қабықтану ұзақтығы артқан сайын аралық өнімдердің алынуы және ұнның жалпы шығымы жақсаратындығы, ал күлділігінің айтарлықтай төмендейтіндігі атап өтілген. Қабықтанудың одан өрі оңтайлыдан жоғары мөнге өсуі дәннің ұндық қасиеттерінің I, және сондай-ақ II типтерінің нашарлауына алып келеді.

**Түйінді сөздер:** бидайдың ұнтартымдық қасиеттері, дәнді кондиционирлеу, қабықтану ұзақтық.



It was noted that increased duration of binning till the optimal value, the quality of extracted intermediate products and flour increases and their ash content decreases. Further increased duration of binning till the optimal value brings to milling property of grain both I type, and IV type.

**Key words:** milling property of wheat, grain conditioning, duration of binning.

Мукомольные свойства зерна заключаются в его способности давать при оптимальных условиях переработки муку заданных сортов с наибольшим выходом при наименьших затратах энергии. Мукомольные свойства пшеницы определяют путем проведения помола небольших образцов зерна на лабораторной мельнице «Нагема» с учетом основных показателей, характеризующих ход технологического процесса, расход энергии на размол 1 кг зерна, допускаемой нагрузки на 1 см длины валков (кг/ч), суммарное извлечение крупок, дунстов и муки с первых трех драных систем и их зольность (таблица).

**Изменение мукомольных свойств зерна исследуемых сортов пшеницы при холодном кондиционировании**

Сорт/тип	Твердо- зер- ность, ИТ	Влаж- ность на драной систе- ме, %	Дли- тель- ность отвола- жива- ния, ч	Показатель муки, %					Эффек- тив- ность помола, Е
				выход	золь- ность	клей- кови- на	белок	круп- ность помола/ сход сита	
Целинная юбилейная I	78		8	69,2	0,60	27,8	12,3	43/16	49,0
		14,0	10	69,8	0,58	31,0	12,9	43/14	49,5
		15,0	12	69,9	0,56	30,5	13,3	43/18	48,9
		16,0	16	70,0	0,54	33,2	13,8	43/27	50,7
		17,0	18	69,4	0,62	27,9	12,2	43/12	48,3
Караба- лыкская 92 I	62		8	69,4	0,58	24,5	11,4	43/5	49,8
		14	10	70,0	0,55	30,3	13,4	43/8	50,4
		15	12	69,9	0,55	29,9	13,1	43/6	49,5
		16	16	68,7	0,60	24,1	11,2	43/4	48,4
		17	18	68,5	0,62	23,6	10,8	43/5	48,3
Целин- ная 26 I	46		8	69,9	0,55	26,6	12,4	43/6	50,2
		14	10	69,4	0,56	26,6	12,2	43/5	49,3
		15	12	69,8	0,61	24,3	11,6	43/8	49,2
		16	16	68,4	0,64	23,8	11,0	43/6	48,9
		17	18	68,3	0,63	23,8	10,8	43/4	48,6
Безостая 1 IV	74		8	68,9	0,62	27,9	12,0	43/20	49,3
		14,0	10	69,7	0,58	28,3	12,9	43/18	49,2
		15,0	12	70,0	0,55	31,9	13,9	43/20	50,3
		16,0	16	70,0	0,54	32,7	13,7	43/22	50,1
		17,0	18	69,4	0,61	27,6	12,8	43/14	49,5
Наз IV	56		8	69,9	0,57	28,0	12,5	43/8	49,5
		14,0	10	70,0	0,54	28,8	12,9	43/5	49,9
		15,0	12	69,4	0,60	27,9	11,8	43/4	48,7
		16,0	16	68,7	0,62	27,4	11,2	43/6	48,8
		17,0	18	68,5	0,62	26,5	10,8	43/8	48,5
Ак-дан IV	35		8	70,0	0,56	25,8	12,0	43/5	49,8
		14,0	10	69,7	0,55	25,3	11,8	43/5	49,2
		15,0	12	69,0	0,60	25,2	11,3	43/4	48,6
		16,0	16	68,8	0,63	24,8	11,0	43/4	48,6
		17,0	18	68,5	0,64	24,6	10,8	43/5	48,3

В результате гидротермической обработки зерна оболочки увлажняются, становятся более эластичными, приобретают повышенную сопротивляемость измельчению, что обеспечивает формирование при помоле крупных отрубей, которые легко отделяются от частиц муки при сортировании продуктов измельчения. В зерне развиваются сложные физико-химические, коллоидно-химические и биохимические процессы, что вызывает изменение всех свойств зерна. Зерно поглощает воду, набухает, плотность его снижается, удельный объем возрастает. Происходит разрыхление эндосперма в связи с образованием в нем микротрещин. Снижается твердость зерна, что облегчает его разрушение при размоле и способствует получению муки более однородной по крупности, т. е. улучшается ее дисперсность. Вместе с водой от наружных слоев к центру зерновки перераспределяются витамины. Их содержание в муке возрастает, что благоприятно сказывается на ее пищевой ценности [1].

Подготовка пшеницы к помолу является неотъемлемой частью технологии мукомольного производства. На данном этапе технологического процесса принимаются важные решения о величине выхода муки при заданной зольности. Результаты исследований показали, что твердозерность лучше характеризует мукомольные свойства зерна, чем показатель стекловидности. На практике при помоле в зависимости от твердозерности изменяются количество и качество крупок и дунстов, вымалываемость оболочек, выход, структура и качество муки, расход электроэнергии и другие показатели. Так, если связь суммарного выхода круподунстовых продуктов со стекловидностью находится на среднем уровне ( $r = +0,55$ ), то с показателем твердозерности - на высоком ( $r = +0,83$ ).

Таким образом, между твердозерностью и мукомольными свойствами зерна существует прямая зависимость. Твердозерность является важным фактором при выборе на практике режимов предварительной подготовки зерна к помолу. В соответствии с уровнем твердозерности происходит увлажнение партии пшеницы и устанавливается продолжительность отволаживания.

В ходе исследований установлено, что для равномерного распределения влаги во всех составных частях увлажняемого зерна мягкозерная пшеница должна отволаживаться в течение 6-8 ч, средне-

твердозерная - 10-12 ч, а твердозерная - 15-16 ч [2]. Выбор режимов обусловлен различиями в структуре и составе веществ периферийных частей эндосперма мягко- и твердозерной пшеницы. Под алейроновыми клетками твердозерной пшеницы находятся субалейроновые клетки с высоким содержанием белка, образующие твердую компактную зону.

Известно, что у мягкозерной пшеницы в этой области находится меньшее количество субалейроновых клеток с высоким содержанием крахмала, поэтому влага быстрее проникает и равномерно распределяется в зерне. В твердозерной пшенице в течение рассматриваемого времени отволаживания в субалейроновые клетки эндосперма проникает недостаточное количество влаги, вследствие чего в процессе размола возможно образование большого количества крупок с прочно связанными оболочками. В этой связи для твердозерной пшеницы требуется не только большее количество влаги, но и более длительное отволаживание, чем для мягкозерной [3].

Эффективность процесса гидротермической обработки зерна оценивают следующими показателями: выход и качество промежуточных продуктов с первых 3-х крупнообразующих систем, качество муки 70 %-ного выхода, вымалываемость зерна и удельный расход электроэнергии. Эти показатели мукомольных свойств зерна считают прямыми, они позволяют комплексно оценить эффективность режимов водно-тепловой обработки зерна по конечным результатам. Режимы гидротермической обработки зерна определенным образом влияют на мукомольные свойства пшеницы, об этом свидетельствуют данные таблицы. Исследование влияния увлажнения и отволаживания - основных факторов гидротермической обработки зерна на мукомольные характеристики - выполнено на образцах сортов пшеницы различной твердозерности. Проведены 2 серии опытов: 1-я - с увлажнением зерна до 14,0; 15,0; 16,0; 17,0 % с последующим отволаживанием зерна в течение 8; 10; 12; 16; 18 ч при постоянной исходной влажности, стекловидности и одной фракции по крупности. Лабораторные помолы проводили на мельничной установке МЛУ-202. Режимы измельчения подбирали таким образом, чтобы при разовом пропуске зерна выход муки составлял около 70 % с оптимальной нагрузкой на I драной системе - 6 кг/ч. Этот режим поддерживался во всех экспериментах. Опытные

образцы перед лабораторными помолами очищали от посторонних примесей. Величину технологической влажности и длительности отволаживания холодного кондиционирования задавали в различных сочетаниях. Заданную влажность образцов обеспечивали увлажнением дистиллированной водой с последующим отволаживанием в герметичных банках.

С учетом рассмотренных данных установлено, что в результате проникновения влаги внутрь зерна с последующим отволаживанием происходит изменение мукомольных показателей. Лучшие результаты по выходу и качеству муки получены из пшеницы твердозерных сортов Целинная юбилейная и Безостая 1 при увлажнении зерна до 16,5-17,0 % с последующим отволаживанием до 16 ч.

Высокими значениями муки характеризовались мягкозерные сорта пшеницы Целинная 26, Ак-дан Карабалыкская 92, Наз при увлажнении зерна до 15,0-15,5 % с последующим отволаживанием - 6-8 ч. При увлажнении пшеницы среднетвердозерных сортов Карабалыкская 92 и Наз до 15,5-16,0 % с последующим отволаживанием в течение 10-12 ч общий выход муки и ее качество были высокими. Влажность муки всех образцов не превышала 15,0 %. Как известно, низкая влажность также нежелательна, поскольку мука быстро прогоркает при хранении.

Таким образом, с увеличением влажности зерна до оптимального значения выход общей муки увеличивается, а зольность уменьшается, затем при дальнейшем нарастании влажности происходит ухудшение мукомольных свойств зерна. Так, для образцов пшеницы твердозерных сортов Целинная юбилейная и Безостая 1 при возрастании влажности от 14,0 до 17,0 % общий выход муки увеличивается от 68,9 до 70,0 %, зольность уменьшается от 0,60 до 0,54 % при дальнейшем увеличении влажности до 18,0 %, выход муки снижается до 69,0 %, зольность возрастает до 0,63 %.

Для образцов пшеницы среднетвердозерных сортов Карабалыкская 92 и Наз при возрастании влажности от 14,0 до 16,5 % общий выход муки увеличивается от 69,4 до 70,0 %, зольность уменьшается от 0,58 до 0,54 %. При дальнейшем увеличении влажности снижается общий выход муки, а зольность ее возрастает. Аналогичная картина наблюдается и для образцов пшеницы мягкозерных сортов.

Несколько иной характер у изменений мукомольных свойств в зависимости от длительности отволаживания зерна. Вначале при отво-

лаживания зерна общий выход муки увеличивается, зольность ее снижается и по истечении некоторого времени мукомольные свойства стабилизируются.

Для образцов пшеницы твердозерных сортов оптимальная продолжительность отволаживания составляет 16 ч, для образцов пшеницы среднетвердозерных сортов - 10-12 ч, а для образцов пшеницы мягкозерных сортов - 6-8 ч. Очевидно, в известной мере это обусловлено различиями в структуре и составе веществ периферийных частей эндосперма мягко- и твердозерной пшеницы. Результаты исследования влияния режимов кондиционирования на крупнообразующую способность исследуемых сортов пшеницы приведены в таблице. Так, зерно пшеницы различной твердозерности по-разному реагирует на процесс холодного кондиционирования, поэтому требуется дифференцированный подход к подготовке зерна на переработку. Этому есть следующее объяснение: при размоле зерна его оболочка хорошо отделяется от эндосперма лишь в том случае, если влажность зерна и длительность его отволаживания соответствуют структурному изменению, при котором снижена прочность эндосперма и повышена прочность оболочек пшеницы.

На основании полученных данных приняты следующие режимы холодного кондиционирования: продолжительность отволаживания для группы твердозерных сортов составляет 16 ч, для мягкозерных сортов - 6-8 ч. После основного этапа кондиционирования зерно необходимо доувлажнять на 0,5 % и отволаживать в течение 30 мин. Влажность твердозерных сортов пшеницы на I драной системе составляет 17 %, мягкозерных - 15,5 %.

Режимы холодного кондиционирования зерна определенным образом влияют на крупность помола муки. С увеличением продолжительности отволаживания средний размер частиц уменьшается. Экспериментальные данные показывают, что направленное изменение дисперсности муки технологическими приемами гидротермической обработки имеет свои преимущества, так как крупность помола определенным образом зависит от сорта пшеницы и структурно-механических особенностей зерна, заложенных в его генетических основах. Наиболее выравнена по размерам мука, полученная из твердозерных сортов (Целинная юбилейная и Безостая 1) при увлажнении зерна до 16,5-

17,0 % с последующим отволаживанием до 16 ч. Средний размер частиц муки  $d_{cp}$  составляет 65-70 мкм. Наименее однородна по крупности мука с увеличением влажности зерна при холодном кондиционировании. Средний размер частиц  $d_{cp}$  широко варьирует в пределах от 60 до 122 мкм. Оптимум среднего размера частиц муки для среднетвердозерных сортов (Карабалыкская 92 и Наз) достигается при увлажнении зерна в пределах 15,5-16,5 % с последующим отволаживанием 10-12 ч. При этом мука наиболее выравнена и однородна по среднему размеру частиц. Мука, полученная из мягкозерных сортов, наиболее выравнена и однородна по среднему размеру частиц при увлажнении зерна до 15,0-15,5 % с последующим отволаживанием до 6-8 ч. Причем из пшеницы твердозерных сортов выход тонкой фракции муки, полученной через мучное шелковое сито № 64, составлял в среднем 15,2 %, а выход тонкой фракции муки из пшеницы мягкозерных - более 60 %.

Таким образом, с увеличением длительности отволаживания до оптимального значения улучшается качество извлекаемых промежуточных продуктов и общий выход муки, а их зольность существенно снижается. Дальнейшее увеличение длительности отволаживания сверх оптимального значения приводит к ухудшению мукомольных свойств зерна как I, так и IV типа.

### Литература

1. *Егоров Г. А.* Управление технологическими свойствами зерна. - М.: ИК МГУПП, 2005.
2. *Сердюков П. И.* Мукомольные признаки качества зерна и их значимость для производства. - М.: ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1970.
3. *Онгарбаева Н.* Научные основы формирования помольных партий пшеницы по технологическому потенциалу зерна: автореф.... д. с-х. н. - Алматы, 2006. - 30 с.