

## ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗЕРНА ОВСА

В.А. Марьин\*, А.А. Верещагин, Н.В. Бычин

Бийский технологический институт (филиал)  
ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный  
технологический университет им. И.И. Ползунова»,  
659305, Россия, г. Бийск, ул. Трофимова, 27

\*e-mail: tehbiysk@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 25.06.2015

Дата принятия в печать: 20.09.2015

При достаточно высоких валовых сборах зерна овса значительно снизились его государственные закупки. Слабая оснащенность технической базы хозяйств, большие финансовые затраты не позволяют правильно организовать послеуборочную обработку зерна, проведение которой позволяет стабилизировать и улучшить его качество. Зерно нередко хранится в хозяйствах у производителя в ожидании последующей реализации на токах и в других малопригодных и примитивных, не приспособленных для этого хранилищах. В зерне, не прошедшем послеуборочной обработки и сушки, могут происходить структурно-механические и физическо-химические изменения, которые оказывают значительное влияние на технологические свойства и пригодность его для выработки готового продукта. Использование такого зерна для переработки может приводить к выработке низкокачественной или нестандартной продукции. Целью настоящей работы является исследование влияния влажности на технологические свойства зерна овса. Для проведения испытаний были отобраны партии зерна овса сорта Корифей различной влажности, собранного в предгорной зоне Алтайского края в 2014 г. Определение природы показало, что с увеличением влажности в 2,3 раза натура зерна овса уменьшается в 1,5 раза. Исследование морфологии и структурно-механических свойств ядра овса позволяет утверждать о структурно-механических изменениях зерна. Результаты термомеханических исследований показывают, что при возрастании влажности ядра овса в 2,3 раза его деформация увеличивается в 8,6 раза. Увеличение влажности зерна в 3,5 раза приводит к уменьшению плотности на 6,5 %. Проведенные исследования позволяют утверждать, что влажность зерна значительно влияет на технологические свойства зерна овса.

Зерно овса, влажность, ядро, механическая прочность, натура, плотность, морфология поверхности ядра

### Введение

Россия является крупнейшим в мире производителем овса, широкое распространение посевов овса обусловлено его неприхотливостью к условиям произрастания, высоким качеством зерна и его побочных продуктов. Устойчивый спрос на продукты здорового питания из овса позволил с 2012 по 2014 г. увеличить производство овса на 23,5 % [1]. Он используется в продовольственных и кормовых целях, имеет большое значение в питании человека. Из овса изготавливают крупу, муку, хлопья и др., они хорошо усваиваются и имеют диетическое значение. Ценность овса и продуктов его переработки связана с особенностями биохимического состава его зерна.

Наиболее потребляемым продуктом из овса являются хлопья овсяные «Геркулес», представляющие собой расплюснутые, очищенные от оболочек, термически обработанные и высушенные зерна овса. Вследствие высокой пищевой ценности и сбалансированности по содержанию основных питательных веществ занимают значительное место в рационе питания человека. Хорошие вкусовые свойства, легкая усвояемость липидов [2], высокая калорийность, малое время приготовления определяют высокий покупательный спрос, от общего объема потребления круп овсяные хлопья составляют около 10 % [3, 4].

Однако при достаточно высоких валовых сборах зерна значительно снизились его государственные закупки. Слабая оснащенность технической базы хозяйств, а иногда и незнание технологий хранения не позволяет правильно организовать послеуборочную обработку зерна, проведение которой позволяет стабилизировать и улучшить его качество [5]. Зерно нередко хранится в хозяйствах у производителя в ожидании последующей реализации на токах и в других малопригодных и примитивных, не приспособленных для этого хранилищах.

Опыт работы предприятия ОАО «Бийский элеватор» показывает, что отдельные партии зерна, поступающие в переработку с предгорной зоны Алтайского края, хранившиеся у производителя несколько месяцев, характеризуются повышенным содержанием влаги, причем доля такого зерна в отдельные годы достигает 37,0 % [6]. Влажность – один из важнейших показателей состояния зерна, под действием влаги оно может набухать, прорастать, подвергаться порче под действием микроорганизмов. В результате в зерне могут происходить структурно-механические и физическо-химические изменения, которые оказывают значительное влияние на пригодность выработки готового продукта. Использование такого зерна для переработки может приводить к выработке низкокачественной или нестандартной продукции [7].

Результаты переработки зерна с влажностью, превышающей нормативные требования, приведены в работах [6, 8]. Отмечено, что у зерна, хранившегося с высокой влажностью, происходит значительное изменение технологических свойств. Поэтому переработка такого зерна по стандартным технологиям малоэффективна. В связи с этим для использования зерна, не прошедшего послеуборочной обработки и хранившегося у производителя в течение нескольких месяцев для переработки в крупу становится актуальным изучение его технологических свойств.

Целью настоящей работы является исследование влияния влажности на технологические свойства зерна овса.

#### Объекты и методы исследования

Для проведения испытаний были отобраны партии зерна овса сорта Корифей различной влажности, собранного в предгорной зоне Алтайского края в 2014 г., из которых были выработаны овсяные хлопья. Объектами исследования являются партии влажного и сырого зерна овса. Исследуемое зерно перед переработкой в крупу хранилось без сушки в бетонных силосах в течение нескольких месяцев. Сохранность таких партий обеспечивалась активным охлаждением. Партии для переработки в крупу формировали с нормой расхождения по влажности не более 1,0 % исходя из технологических параметров влаготепловой обработки. Все исследования проводились в заводских условиях на овсоцехе производительностью 50,0 т/ч. Для контроля использовалось зерно с показателями качества, соответствующими требованиям нормативной документации для переработки в крупу.

Образцы зерна для исследования получали в производственно-технической лаборатории путем отбора зерна на пункте его приема, крупы путем отбора в бункере готовой в цехе по производству крупы и определяли их влажность. Из образцов формировали среднесменные и направляли на исследование. Влажность исследуемых образцов зерна представлена в табл. 1.

Таблица 1

Влажность исследуемых образцов ядра овса

Наименование	Ядро овса
	Массовая доля влаги, %
Образец 1а	26,7
Образец 1б	17,8
Образец 1в	12,8
Образец 1г	11,4

Как следует из табл. 1, влажность исследуемых образцов характеризует сухое влажное и сырое зерно овса.

#### Результаты и их обсуждения

Сохранение свойств исследуемых партий зерна овса осуществляли с помощью активного охлаждения. Хранение овса в охлажденном состоянии поз-

воляет понижать температуру зерна до такого уровня, при котором создаются благоприятные условия его хранения. Такое состояние зерна достигают, применяя систему транспортных механизмов и зерноочистительных машин, установок для активного вентилирования. Активное вентилирование одинаково эффективно для продовольственного, фуражного и семенного зерна, является наиболее дешевым способом сохранения зерна, когда сушка не представляется возможной. Охлаждением зерна добиваются затормаживания всех физиологических и микробиологических процессов, продолжительность вентилирования зависит от влажности хранившегося зерна, периода хранения и температуры зерна и окружающей среды.

Общеизвестно, что с увеличением влажности изменяются химические, физические, структурно-механические свойства зерна, что приводит к значительному изменению технологических свойств, которые необходимо учитывать при производстве овсяной крупы.

На первом этапе исследования определяли изменение природы зерна овса и морфологию поверхности ядра от влажности.

Натура определялась согласно ГОСТ Р 54895-2012. Так как существует зависимость природы от содержания примеси, в исследовании было принято проводить ее измерение при норме качества зерна овса, соответствующей базисной кондиции, т.е. при содержании сорной примеси не более 1,0 %. Средние показатели трех измерений природы при различной влажности зерна овса представлены на рис. 1.

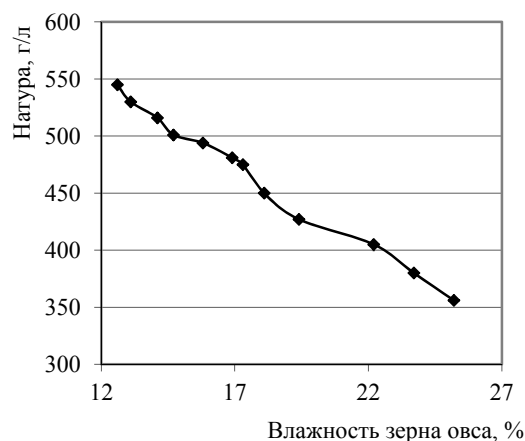


Рис. 1. Натура при различной влажности зерна овса

Из представленных на рис. 1 данных следует, что с увеличением влажности в 2,3 раза природа зерна овса уменьшается в 1,5 раза. Данные исследования позволяют утверждать, что при проведении гидротермической обработки (ГТО) в пропаривателе периодического действия при переработке влажного и сырого зерна будет загружаться меньшее количество зерна по сравнению с сухим. Поэтому показатель природы необходимо учитывать при выборе параметров и режимов ГТО.

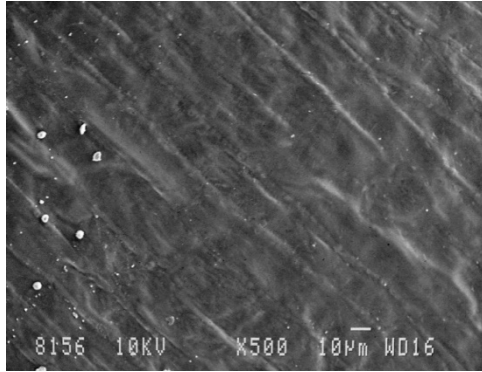
Исследования морфологии и структурно-механических свойств ядра овса различной влаж-

ности проведены для первой фракции, так как ее содержание составляло 80–95 % от общего состава зерна [9, 10].

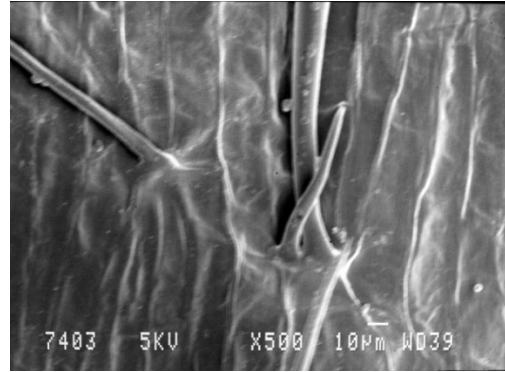
Подготовку ядра овса проводили по следующей методике: из образца, предварительно очищенного от посторонних примесей, выделяли навеску массой 2,5 г. Из этой навески методом случайного отбора выбирали зерно овса и вручную снимали

снимали пленку выдавливанием ядра. Полученное таким образом ядро от каждого образца направляли на дальнейшие исследования.

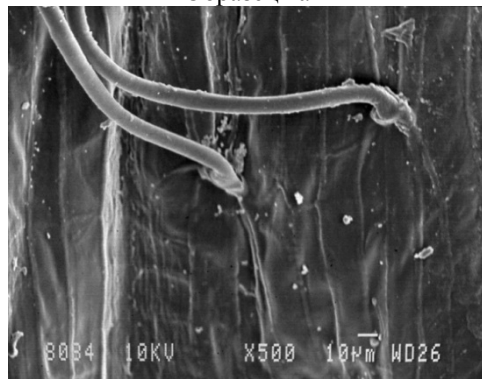
Исследование морфологии поверхности ядра предложенных образцов изучали на сканирующем электронном микроскопе JSM-840 (Jeol, Япония), результаты представлены на рис. 2.



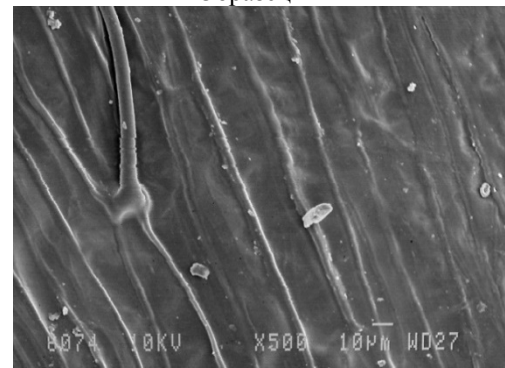
Образец 2а



Образец 2в



Образец 2б



Образец 2г

Рис. 2. Морфология поверхности ядер овса различной влажности × 500

На микрофотографиях рис. 2б, 2в, 2г различимы волоски различных размеров, они расположены по всей поверхности и могут составлять до 1,5–2 % от массы сухого вещества.

Как следует из рис. 2, при пятисоткратном увеличении на поверхности ядра видна упорядоченная структура в виде продольной ребристости, причем у сухого ядра эта структура имеет более выраженный характер. При рассмотрении представленных микрофотографий следует, что при изменении влажности ядра от 11,4 до 26,7 % расстояние между ребрами, расположенными на поверхности для всех образцов не изменяется. Это не противоречит ранее проведенным исследованиям [11].

Схематично структуру ядра овса можно представить следующим образом (рис. 3).

Ядро овса имеет удлиненно-цилиндрическую форму, острую вершину и овальное основание. Поверхность ядра покрыта упорядоченно расположенными ребрами, которые по своему составу состоят из клетчатки и увеличивают прочность ядра.

Таким образом, можно предположить, что ребра представляют механический силовой каркас ядра, который позволяет сохранять его целостность при шелушении, как правило, на центробежных шелуши-

телях, путем однократного или многократного удара зерна о деку. Между ребрами расположены плоские «продольные» ячейки. Усушка ядра приводит к увеличению вогнутости поверхности (сухое зерно, рис. 3), поэтому ребра ярко выражены (рис. 2г). Увлажнение зерна приводит к спрямлению поверхности (сырое ядро, рис. 3), вследствие чего ребра становятся плохо различимыми (рис. 2а).

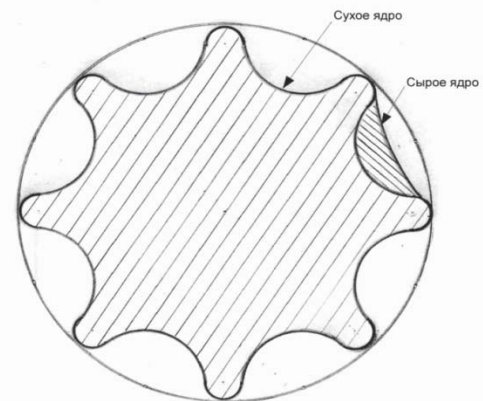


Рис. 3. Схематическая структура поперечного разреза ядра овса, где вогнутые ячейки между ребрами – сухое ядро, спрямленные ячейки – сырое вещество

На втором этапе определяли механические характеристики и плотность зерна овса различной влажности.

Изменение физико-механических свойств образцов изучали на термомеханическом анализаторе (ТМА-60) Shimadzu-60 (Япония). На столик измерительной ячейки (рис. 4) помещали ядро овса и под углом 90° на одну точку полусферы ядра направляли индентор диаметром 3 мм со скоростью нагружения 10 г/мин в течение 40 мин, максимальная нагрузка (P) на образец составляла 400 г.

Результаты термомеханических изменений ядра овса представлены на рис. 5 и 6, где по оси Y слева – изменение линейного размера образца в %, по оси Y справа показана нагрузка индентора прибора на образец в граммах. Программное обеспечение термомеханического анализатора и его свойства позволяют производить нагрузку на образец только в граммах. Указанные на рис. 5 и 6 отрицательные показатели деформации и нагрузки характеризуют процесс сжатия образца. По оси X указана продолжительность эксперимента в минутах.

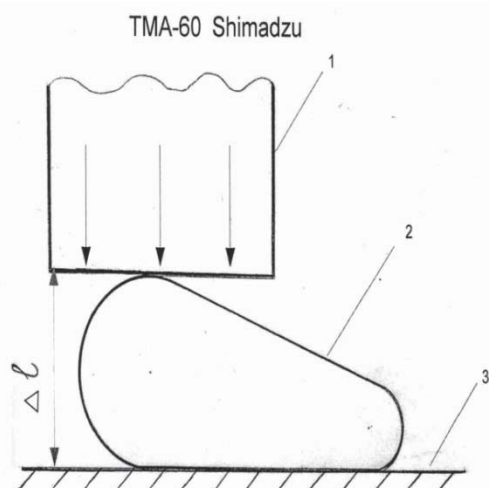


Рис. 4. Схема проведения испытания механических свойств ядра овса термомеханическим анализатором Shimadzu-60: 1 – индентор; 2 – ядро овса; 3 – столик измерительной ячейки

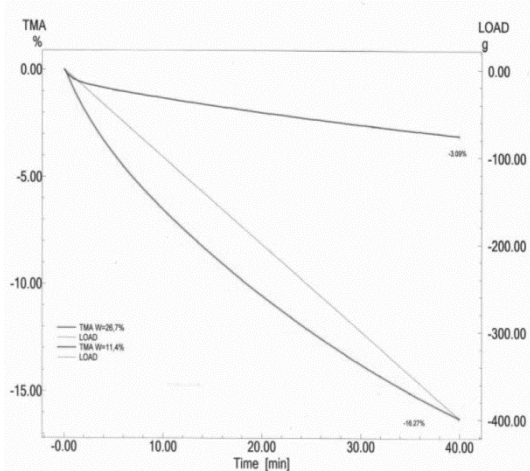


Рис. 5. Термомеханические кривые ядра овса влажностью 11,4 и 26,7 %

Из представленных данных следует, что при влажности ядра овса 11,4 % его относительная деформация составляет 3,09 %, а при влажности 26,7 % – 16,27 %. Так что при возрастании влажности ядра овса в 2,3 раза его деформация увеличивается в 8,6 раза.

При увеличении влажности в ядре возрастает величина пластической деформации зерна, что приводит к значительному уменьшению коэффициента шелушения. Общеизвестно, что у овса вследствие многослойного строения и особенности микроструктуры прочность оболочек существенно выше прочности оголенного ядра [12, 13]. Поэтому уменьшение влажности ниже определенного предела, специфического для каждого способа шелушения приводит к увеличению доли дробленых ядер.

Достоверность механических характеристик ядер овса подтверждается результатами повторных испытаний (рис. 6).

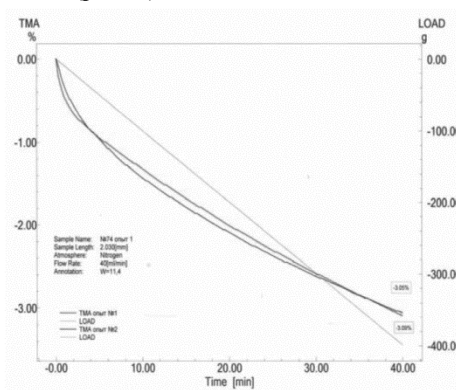


Рис. 6. Термомеханические кривые ядра овса с одного образца влажностью 11,4 %

Из представленных данных следует, что разброс механических характеристик в образце одной партии овса на разных ядрах овса составляет 0,04 %, поэтому представленные выше результаты исследования можно считать достоверными.

Для сравнения механических характеристик зерна овса различной влажности при сжатии был определен модуль упругости при 2,0%-ной деформации. Результаты изменения модуля упругости при 2,0%-ной деформации зерна овса представлены на рис. 7.

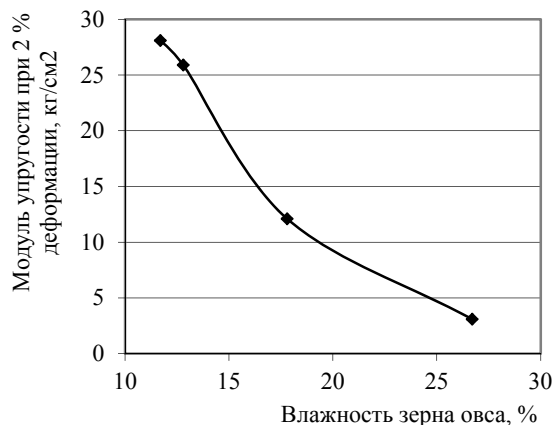


Рис. 7. Влияние влажности на модуль упругости зерна овса

Из представленных на рис. 7 результатов следует, что при возрастании влажности в 2,0 раза модуль упругости возрастает в 9,2 раза. Так как согласно базисным кондициям на переработку в крупу необходимо направлять зерна овса с влажностью 13,5 %, модуль упругости зерна должен составлять 20–25 кг/см<sup>2</sup>.

Плотность зерна в значительной степени зависит от его химического, анатомического состава и его структуры, при увеличении плотности зерно считается более выполненным. По плотности продукта можно определить его структуру. В зерне в зависимости от его структуры выбирают режимы и способы водотепловой обработки для эффективно-улучшения его технологических свойств.

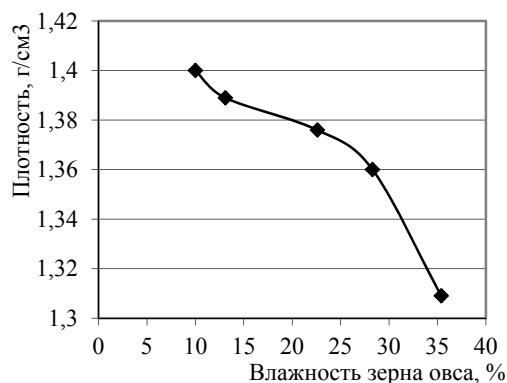


Рис. 8. Влияние влажности на плотность зерна овса

В связи с этим представляется интересным исследовать плотность зерна разной влажности. С целью соблюдения достоверности полученных данных для исследования были выбраны партии зерна, соответствующие одному сорту, выращенному в одном хозяйстве.

Исследование плотности зерна овса влажностью от 10,0 до 35,4 % проводили на гелиевом пикнометре AccuPyc 1340 abhvs Micrometick (США) по стандартной методике определения плотности. Результаты определения плотности зерна овса различной влажности приведены на рис. 8.

Из представленных результатов следует, что при увеличении влажности зерна в 3,5 раза его плотность уменьшилась на 6,5 %. Такое изменение плотности зерна, возможно, связано с разрыхлением его структуры, что приводит к изменению его структурно-механических и технологических свойств.

Таким образом, проведенные исследования позволяют утверждать, что влажность существенно сказывается на технологических свойствах зерна овса. В связи с этим представляется целесообразным для снижения издержек и повышения качества готового продукта использование технологий с заменой сушки зерна его пропариванием.

#### Список литературы

- Петренко, В.В. Официальные предварительные итоги урожая зерна 2014 г. и перспективы окончания сезона в новых условиях / В.В. Петренко // *Хлебопродукты*. – 2015. – № 2. – С. 4–5.
- M. Zhoua, K. Robardsa, M. Glennie-Holmesb, and Stuart Helliwell / *Oat Lipids* // *JAOCS*, Vol. 76, no. 2 pp. 159–169. (1999)
- Глазунова, И. Рынок круп: предварительные итоги 2011 г. и тенденции на 2012 г. / И. Глазунова // *Хлебопродукты*. – 2012. – № 1. – С. 7–9.
- A. Marshall, S. Cowan, S. Edwards, I. Griffiths, C. Howarth, T. Langdon, Ethel White Crops that feed the world 9. Oats-a cereal crop for human and livestock feed with industrial applications // *Food Sec.* (2013) 5:13–33 DOI 10.1007/s12571-012-0232-x
- Журавлев, А.П. Послеуборочная обработка зерна с основами хранения зернопродуктов: Монография / А.П. Журавлев, Л.А. Журавлева. – Самара: РИЦСГ СХА, 2012. – С. 365.
- Марьин, В.А. Переработка зерна с повышенной влажностью / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин // *Хранение и переработка зерна*. – 2011. – № 11 (149). – С. 59–60.
- Марьин, В.А. Ресурсосбережение при переработке некондиционного зерна овса / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин // *Хлебопродукты*. – 2011. – № 4. – С. 60–61.
- Федотов, Е.А. Оптимизация гидротермической обработки зерна овса / Е.А. Федотов, В.А. Марьин, А.Л. Верещагин // *Хлебопродукты*. – 2009. – № 4. – С. 48–49.
- Марьин, В.А. Переработка партий овса со сдвоенными зёрнами на овсяную крупу / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин // *Хранение и переработка зерна*. – 2011. – № 10 (148). – С. 57–59.
- Марьин, В.А. Переработка партий зерна овса с повышенным содержанием мелкого зерна / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин // *Хранение и переработка зерна*. – 2012. – № 1 (151). – С. 36–37.
- Попова, Е.П. Микроструктура зерна и семян. – М.: Колос, 1979. – 224 с.
- Jaskari, J., Henriksson, K., Nieminen, A., Suortti, T., Salovaara, H. & Poutanen, K. 1995. Effect of hydrothermal and enzymic treatments on the viscous behavior of dry- and wet-milled oat brans. *Cereal Chemistry*, 72, 625–631
- Марьин, В.А. Влияние гидротермической обработки на свойства, морфологию ядра и оболочек зерна овса / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин, Н.В. Бычин // *Хлебопродукты*. – 2012. – № 11. – С. 58–59.

## INFLUENCE OF HUMIDITY ON TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF OAT GRAIN

V.A. Mar'in\*, A.L. Vereshchagin, N.V. Bychin

Biysk Technological Institute (branch),  
Altai State Technical University named after I.I. Polzunova,  
27, Trophimova Str., Biysk, 659305, Russia

\*e-mail: tehbiysk@mail.ru

Received: 02.06.2015

Accepted: 20.09.2015

The relatively high gross oat grain yield significantly reduced its government procurement. Poor equipment and technical base of farms, large financial costs do not allow to organize proper post-harvest grain processing for stabilization and improving its quality. Grain is often stored in the producer farms in anticipation of the subsequent sale in unsuitable and primitive places not adapted for this storage. The grain without post-harvest handling and drying may develop structural-mechanical and physical-chemical changes that have a significant effect on the processing properties and its suitability for the finished item production. The use of such grain for processing may lead to the development of non-standard or low-quality products. The aim of this study is to investigate the influence of humidity on the technological properties of oat grain. Coryphaeus oat varieties of different moisture collected in the foothills of the Altai Territory in 2014 were selected for the tests. The definition of bushel weight has shown that with 2.3 times increase of moisture, the oat bushel weight grain is decreased 1.5 times. The study of the morphology and structural-mechanical properties of the oat kernel suggests structural and mechanical changes of grain. Results of thermo-mechanical studies showed that with the 2.3 times increasing of oat kernel humidity its deformation increased 8.6 times. 3.5 times increasing moisture reduces the density by 6.5%. The studies suggests that grain moisture greatly affects the technological properties of oat grain.

Oat grain, humidity, core, mechanical strength, bushel weight, density, nucleus surface morphology

### References

1. Petrichenko V.V. Ofitsial'nye predvaritel'nye itogi urozhaya zerna 2014 g. i perspektivy okonchaniya sezona v novykh usloviyakh [Official preliminary results of grain harvest in 2014 and the prospects for the end of the season under new conditions]. *Khleboprodukty* [Bread products], 2015, no. 2, pp. 4–5.
2. Zhoua M., Robardsa K., Glennie-Holmesb M., Helliwella S. Oat Lipids. *JAACS*, 1999, vol. 76, no. 2, pp. 159–169.
3. Glazunova I. Rynok krup: predvaritel'nye itogi 2011 g i tendentsii na 2012 g. [Cereals market: preliminary results of 2011 and trends for 2012]. *Khleboprodukty* [Bread Products], 2012, no. 1, pp. 7–9.
4. Marshall A., Cowan S., Edwards S., Griffiths I., Howarth C., Langdon T., White E. Crops that feed the world 9. Oats- a cereal crop for human and livestock feed with industrial applications. *Food Security*, 2013, vol. 5, iss. 1, pp. 13–33. doi: 10.1007/s12571-012-0232-x.
5. Zhuravlev A.P., Zhuravleva L.A. *Posleuborochnaya obrabotka zerna s osnovami khraneniya zernoproduktov* [Postharvest processing of grain with the basics of storage of grain products]. Samara, RICSG SHA Publ., 2012. 365 p.
6. Mar'in V.A., Vereshchagin A.L. Pererabotka zerna s povyshennoy vlazhnost'yu [Grain processing with high humidity]. *Khranenie i pererabotka zerna* [Grain Storage and Processing], 2011, no. 11 (149), pp. 59–60.
7. Mar'in V.A., Vereshchagin A.L. Resursosberezhenie pri pererabotke nekonditsionnogo zerna ovsa [Resource saving in the processing of substandard oat grains]. *Khleboprodukty* [Bread Products], 2011, no. 4, pp. 60–61.
8. Fedotov E.A., Mar'in V.A., Vereshchagin A.L. Optimizatsiya gidrotermicheskoy obrabotki zerna ovsa [Optimization of hydrothermal processing a grain oats]. *Khleboprodukty* [Bread Products], 2009, no. 4, pp. 48–49.
9. Mar'in V.A., Vereshchagin A.L. Pererabotka partiy ovsa so sdvoennymi zernami na ovsyanyu krupu [Recycling batches of oats with double grains on oatmeal]. *Khranenie i pererabotka zerna* [Grain Storage and Processing], 2011, no. 10 (148), pp. 57–59.
10. Mar'in V.A., Vereshchagin A.L. Pererabotka partiy zerna ovsa s povyshennym sodержaniem melkogo zerna [Recycling batches of grain oats with a high content of fine grain]. *Khranenie i pererabotka zerna* [Grain Storage and Processing]. 2012, no. 1 (151), pp. 36–37.
11. Popova E.P. *Mikrostruktura zerna i semyan* [Microstructure of grain and seeds]. Moscow, Kolos Publ., 1979. 224 p.
12. Jaskari, J., Henriksson, K., Nieminen, A., Suortti, T., Salovaara, H., Poutanen, K. Effect of hydrothermal and enzymic treatments on the viscous behavior of dry- and wet-milled oat brans. *Cereal Chemistry*, 1995, no. 72, pp. 625–631.
13. Mar'in V.A., Vereshchagin A.L., Bychin N.V. Vliyanie gidrotermicheskoy obrabotki na svoystva, morfologiyu yadra i obolochek zerna ovsa [Effect of hydrothermal processing a on properties of, the morphology of the core and shell oat grains]. *Khleboprodukty* [Bread Products], 2012, no. 11, pp. 58–59.

### Дополнительная информация / Additional Information

Марьин, В.А. Влияние влажности на технологические свойства зерна овса / В.А. Марьин, А.Л. Верещачин, Н.В. Бычин // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 39. – № 4. – С. 50–56.

Mar'in V.A., Vereshchagin A.L., Bychin N.V. Influence of humidity on technological properties of oat grain. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 39, no. 4, pp. 50–56. (In Russ.)

**Мар'ин Василий Александрович**

канд. техн. наук, доцент кафедры общей химии и экспертизы товаров, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», 659305, Россия, Алтайский край, г. Бийск, ул. Трофимова, 27, тел.: +7 (3854) 31-24-75, e-mail: tehbiysk@mail.ru

**Верещагин Александр Леонидович**

д-р хим. наук, профессор, заведующий кафедрой общей химии и экспертизы товаров, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», 659305, Россия, г. Бийск, ул. Трофимова, 27, тел.: +7 (3852) 43-53-18, e-mail: val@bti.secna.ru

**Бычин Николай Валерьевич**

ведущий инженер кафедры общей химии и экспертизы товаров, Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», 659305, Россия, г. Бийск, ул. Трофимова, 27, тел.: +7 (3852) 43-53-18

**Vasily A. Mar'in**

Cand.Sci.(Eng.), Associate Professor of the Department of General Chemistry and Examination of the Goods, Biysk Technological Institute (branch), Altai State Technical University named after I.I. Polzunov, 27, Trophimova Str., Biysk, 659305, Russia, phone: +7 (3854) 31-24-75, e-mail: tehbiysk@mail.ru

**Alexander L. Vereshchagin**

Dr.Sci.(Chem.), Professor, Head of the Department of General Chemistry and Examination of Goods, Biysk Technological Institute (branch), Altai State Technical University named after I.I. Polzunov, 27, Trophimova Str., Biysk, 659305, Russia, phone: +7 (3852) 43-53-18, e-mail: val@bti.secna.ru

**Nikolay V. Bychin**

Leading Engineer of the Department of General Chemistry and Examination of Goods, Biysk Technological Institute (branch), Altai State Technical University named after I.I. Polzunov, 27, Trophimova Str., Biysk, 659305, Russia, phone: +7 (3852) 43-53-18

