

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЛАЖНОГО И СЫРОГО ЗЕРНА ГРЕЧИХИ

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

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

*e-mail: tehbiysk@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 17.04.2015

Дата принятия в печать: 30.06.2015

Повышение урожайности, интенсификация процессов уборки урожая за счет применения нового семейства зерноуборочных комбайнов, позволивших расширить диапазон влажности убираемой хлебной массы, приводит к увеличению темпов поступления зернового вороха на тока хозяйств и накоплению на открытых площадках большой массы зерна, находящегося в нерегулируемых условиях. Причем более половины зерна, поступающего с поля в Алтайском крае, требует сушки, влажность часто достигает 25–30 %. Причем послеуборочной обработкой и хранением вынуждены заниматься непосредственно сами производители зерна, у которых практически отсутствует зерносушильная, очистительная техника и необходимое количество зернохранилищ. Хранение зерна в хозяйстве требует немалых финансовых затрат, поэтому далеко не все производители могут соблюсти необходимую технологию приема и послеуборочную обработку зерна. Целью работы является исследование технологических свойств влажного и сырого зерна гречихи, хранившегося до переработки в крупу в течение длительного времени. Исследование механических характеристик показало, что при возрастании влажности ядра гречихи в 1,3 раза его деформация увеличивается в 2,2 раза. Причем после снятия нагрузки происходит частичное восстановление образцов, после этого разница деформации составила 2,6 раза. Установлено, что увеличение влажности зерна гречихи связано с разрыхлением его структуры, что приводит к изменению его структурно-механических и, как следствие, технологических свойств. При изменении влажности на 4,6 % плотность зерна уменьшилась на 1,0 %. Проведенные исследования показали, что влажность существенно сказывается на структурно-механических и технологических свойствах зерна. Для снижения издержек производства при переработке сырого и влажного зерна гречихи целесообразным является применение технологии переработки с использованием коротких схем.

Зерно гречихи, ядро, влажность, механическая прочность, натура, плотность, морфология поверхности

Введение

Повышение урожайности, интенсификация процессов уборки урожая за счет применения нового семейства зерноуборочных комбайнов, позволивших расширить диапазон влажности убираемой хлебной массы, приводит к увеличению темпов поступления зернового вороха на тока хозяйств и накоплению на открытых площадках большой массы зерна, находящегося в нерегулируемых условиях. Причем более половины зерна, поступающего с поля в Алтайском крае, требует сушки, влажность часто достигает 25–30 % [1]. Кроме того, хлебоприемные предприятия, элеваторы находятся в собственности акционерных обществ или частных владельцев, по этой причине и по многим другим обстоятельствам в России только 10–20 % зерна обрабатывается и хранится на элеваторах. Следовательно, 80–90 % зерна хранится у производителей, где нет никаких условий для обработки и хранения зерна [2].

В настоящее время послеуборочной обработкой и хранением вынуждены заниматься непосредственно сами производители зерна, у которых практически отсутствует зерносушильная, очистительная техника и необходимое количество зернохранилищ. Кроме того, хранение зерна в хозяйстве требует немалых финансовых затрат, поэтому далеко не все производители могут соблюсти необхо-

димую технологию приема и послеуборочную обработку зерна.

Влажность оказывает значительное влияние на показатели качества зерна [3] и в обязательном порядке определяется перед закладкой на хранение. При приемке зерна его формируют в партии согласно состоянию по влажности исходя из нормативных документов.

Под действием влаги оно может набухать, прорастать, при этом расщепляются высокомолекулярные биополимеры, активизируются ферменты. В сыром зерне может происходить изменение физических, химических, биологических свойств зерна, которые влияют на его пригодность для выработки готового продукта и пищевую ценность. Использование сырого зерна для переработки может приводить к снижению качества и выхода готового продукта [4].

В работах [1, 5] были приведены результаты переработки влажного и сырого зерна без предварительной сушки, однако необходимо отметить, что у зерна, не прошедшего послеуборочной обработки, в период его хранения до переработки значительно изменяются его свойства, в том числе технологические.

Выработанная из такого зерна крупа по стандартным правилам менее стабильна при хранении, в такой крупе распад липидов происходит интенсивнее, чем в выработанной из нормального зерна [6, 7].

В связи с тем, что в настоящее время разрабатываются способы выработки крупы с увлажнением зерна перед переработкой и переработка сырого и влажного зерна, становится важным исследование технологических свойств.

Целью настоящей работы является исследование технологических свойств влажного и сырого зерна гречихи, хранившегося до переработки в крупу в течение длительного времени, что имитирует реальную ситуацию при переработке зерна гречихи, когда сельхозпроизводители поставляют зерно на продажу после ожидания максимального предложения.

Объекты исследования

Для проведения испытаний были отобраны партии гречихи сорта «Диалог», собранные в предгорной зоне Алтайского края в 2014 году и поступающие на переработку в крупу. Такие партии без сушки хранились в течение 5 месяцев перед переработкой в крупу. Объектами исследования являются партии влажного и сырого зерна гречихи, срок хранения которых не превышал одного месяца, и зерно, которое хранилось в течение 5 месяцев без прохождения операции сушки. Зерно хранили в бетонных силосах – такой выбор был определен тем, что они хорошо защищают зерно от перепада температур и относительной влажности наружного воздуха и подходит как для временного, так и для длительного хранения. Для переработки каждая партия готовилась с нормой расхождения по влажности не более 1,0 %. Все исследования проводились в производственных условиях на гречезаводе производительностью 4 т/ч. В качестве контроля использовалось зерно, соответствующее требованиям нормативной документации для поставки его на переработку.

Отбор проб зерна производился на пункте приема зерна, крупы в цехе по переработке зерна в бункере готовой продукции. Из проб формировали среднесменные образцы и направляли на исследования. Показатели качества зерна и крупы определяли по общепринятым методикам.

Результаты и их обсуждение

Для сохранения технологических свойств зерна, хранившегося с высокой влажностью, был использован способ активного охлаждения, позволяющий консервировать зерно на предполагаемый период хранения. Использование данного способа связано с тем, что для сырого и влажного зерна охлаждение является основным способом сохранения его от порчи, когда не представляется возможным осуществлять сушку.

При активном охлаждении зерно пропускали через конвейеры, нории, зерноочистительные машины, снабженные аспирационными установками, перегружали его из одной емкости в другую. При контакте зерна с холодным сухим воздухом и особенно с температурой ниже 0 °С происходит уменьшение его температуры, возможно незначительное снижение влажности. Количество перемещений (циклов охлаждения) при хранении сырого

зерна определяют исходя из состояния зерна, периода хранения и температуры окружающей среды.

Известно, что у сырого и влажного зерна изменяются свойства, в том числе физические, механические и технологические.

На первом этапе проводили исследование вышеуказанных показателей.

Натура определялась согласно ГОСТ Р 54895-2012 в зерне с массовой долей примесей не более 1 %, средние показатели трех измерений изменения натуры от влажности приведены на рис. 1.

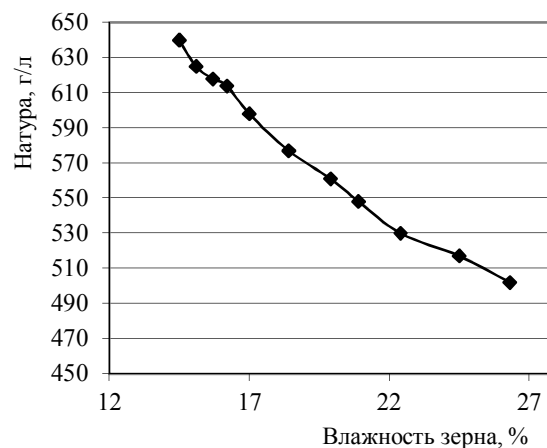


Рис. 1. Изменение натуры зерна гречихи от влажности

Результаты измерений показывают, что с увеличением влажности натура гречихи уменьшается. Для исследуемого зерна увеличение влажности в 1,8 раза приводит к уменьшению натуры в 1,3 раза.

Таким образом, при гидротермической обработке в пропаривателе будет загружаться меньшее количество зерна, что необходимо учитывать при выборе режимов пропаривания.

Натура характеризует показатели качества зерна. В выполненном зерне (с высокой натурой) содержится больше эндосперма (ядра) и меньше оболочек, выход готового продукта с увеличением натуры возрастает.

Изменение физико-механических свойств зерна гречихи изучали на термомеханическом анализаторе (ТМА-60) Shimadzu-60 (Япония). На столик измерительной ячейки (рис. 2) помещали зерно гречихи под углом 90°, на одну точку грани направляли индентор диаметром 3 мм со скоростью нагружения 10 г/мин в течение 40 мин, максимальная нагрузка (Р) на образец составляла 400 г.

Результаты механических изменений зерна гречихи представлены на рис. 3 и 4. По оси Y слева – изменение линейного размера образца в %, по оси Y справа показана нагрузка индентора прибора на образец в граммах. Программное обеспечение анализатора и его свойства позволяют производить нагрузку на образец только в граммах. Указанные на рис. 3 и 4 отрицательные показатели деформации и нагрузки характеризуют процесс сжатия образца. По оси X указана продолжительность эксперимента в минутах.

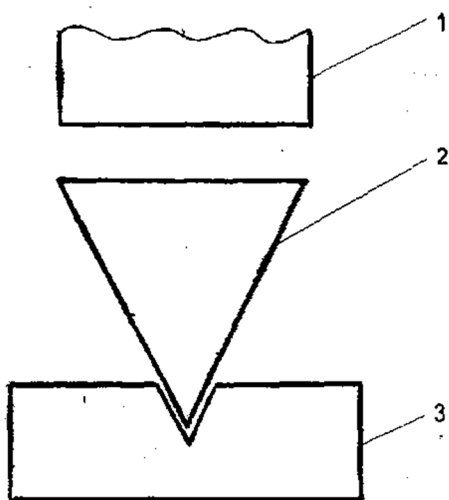


Рис. 2. Схема проведения испытания механических свойств зерна гречихи термомеханическим анализатором Shimadzu-60: 1 – индентор; 2 – зерно гречихи; 3 – столик измерительной ячейки

Исследование механических характеристик зерна гречихи проводили по аналогичной ядру методике, в течение 40 мин образцы нагружали (сжимали) до максимума (400 г), далее нагрузку снимали и образец разгружался в течение 30 мин.

Достоверность механических характеристик зерна гречихи подтверждается результатами повторных испытаний (рис. 3).

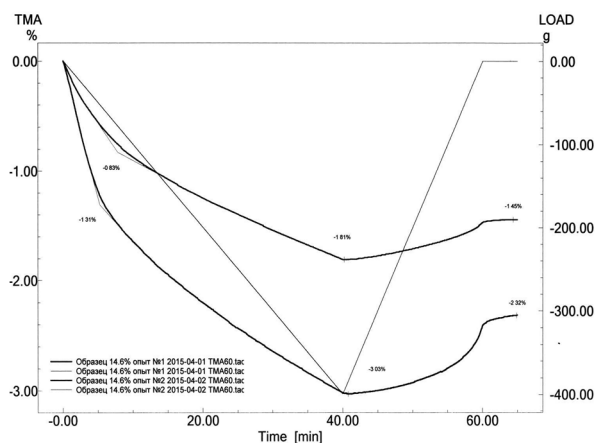


Рис. 3. Механические кривые зерна гречихи одного образца влажностью 14,6 %

Из представленных на рисунке данных следует, что разброс механических характеристик в образце одной партии гречихи на разных зернах составляет 0,87 %, поэтому получаемые экспериментальные данные по механическим свойствам можно считать достоверными.

Результаты механических испытаний образцов зерна гречихи различной влажности представлены на рис. 4. Из представленных данных следует, что у всех изучаемых образцов кривые имеют схожий характер.

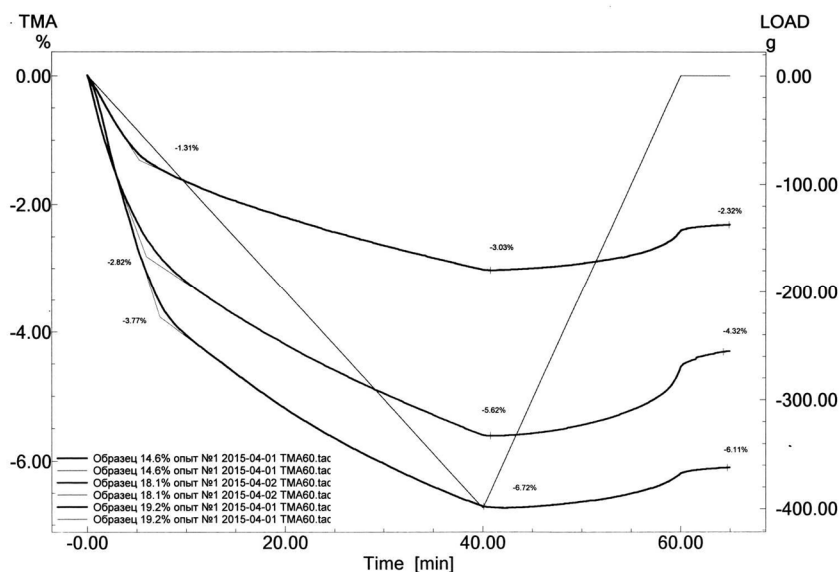


Рис. 4. Механические кривые зерна гречихи влажностью 14,6 %, 18,1 %, 19,2 %

При влажности зерна гречихи 14,6 % его относительная деформация составляет 3,03 %, при влажности 18,1 % – 5,62 %, при влажности 19,2 % – 6,72 %. При возрастании влажности ядра гречихи в 1,3 раза его деформация увеличивается в 2,2 раза, после снятия нагрузки и восстановления образцов разница составила 2,6 раза. Незначительное изменение деформации между 60 и 70 мин, возможно, связано с восстановлением поверхности зерна, на

которую воздействовал индентор. Проведенные исследования позволяют характеризовать деформацию зерна как пластическую. Различная величина деформации образцов, возможно, связана с разной влажностью и степенью связи ядра и оболочки.

Такое поведение зерна, возможно, связано с тем, что при увеличении влажности происходит перенос влаги внутрь зерна, заполнение микротрещин, пор и капилляров. При этом развиваются различные

физико-химические процессы, следствием которых является изменение плотности зерна, его объема, стекловидности, т.е. структурно-механических и технологических свойств. Развитие вышеуказанных процессов приводит к снижению твердости и повышению пластической деформации. Изменение пластической деформации при изменении влажности и процесс восстановления его после снятия нагрузки на зерно необходимо учитывать в процессе шелушения.

Кроме того, с увеличением влажности ядро набухает, воздушные полости между ядром и оболочками уменьшаются и повышается эластичность оболочек, уменьшается их сопротивление сжатию. Необходимо отметить: так как оболочка имеет толщину 0,1–0,2 мм и состоит из нескольких рядов толстостенных клеток, зерно гречихи более чем в 2 раза прочнее ядра [8, 9]. Поэтому уменьшение влажности ниже определенного предела, специфического для каждого способа шелушения, приводит к повышению доли дробленых ядер и потери качества готового продукта, увеличение затрудняет процесс шелушения и делает его невозможным.

Для сопоставления упругих свойств был определен модуль упругости зерна разной влажности при 2,0 % деформации. Результаты изменения модуля упругости при 2,0 % деформации образцов зерна гречихи представлены на рис. 5.

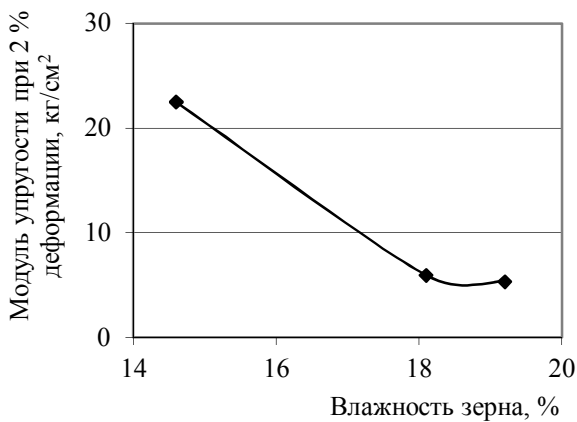


Рис. 5. Влияние влажности зерна на его модуль упругости

Из представленных результатов следует, что при возрастании влажности зерна в 1,3 раза модуль упругости увеличивается в 4,2 раза. Согласно нормативным документам влажность поставляемой на переработку в крупу зерна гречихи должна составлять не более 14,5 %. Исходя из данных рис. 5 модуль упругости поставляемого на переработку зерна должен находиться в диапазоне 20–25 кг/см².

На втором этапе определяли морфологию поверхности и плотность зерна различной влажности.

Исследование морфологии поверхности ядра гречихи разной влажности проводилось на сканирующем электронном микроскопе JSM-840 (Jeol, Япония), полученные изображения представлены на рис. 6.

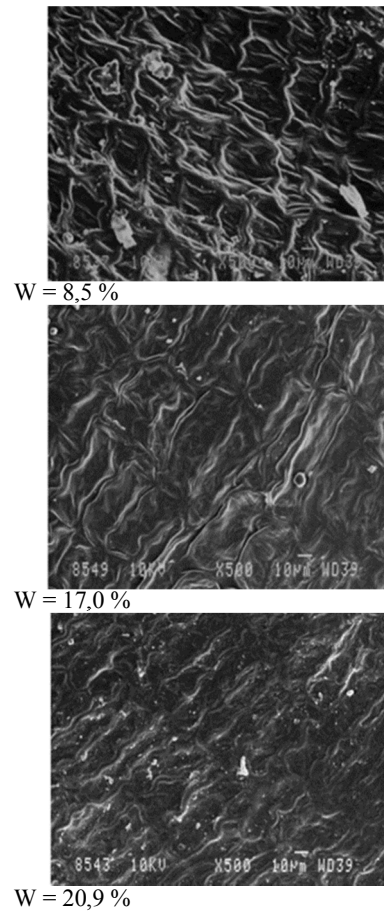


Рис. 6. Поверхность ядер гречихи различной влажности × 500

Как следует из рис. 6, при 500-кратном увеличении на поверхности ядра видна ячеистая микроструктура, причем у сухого ядра при влажности 8,5 % эта структура имеет ярко выраженный характер, с увеличением влажности вогнутость уменьшается, при влажности 20,9 % она практически не видна и становится гладкой. Это согласуется с ранее проведенными исследованиями при пропаривании и последующей сушке влажного зерна гречихи [10].



Рис. 7. Влияние влажности зерна гречихи на ее плотность

Исследование плотности зерна различной влажности проводили на гелиевом пикнометре AccuPyc 1340 фирмы Micrometetics (США) по стандартной методике определения плотности.

Результаты определения плотности образцов зерна различной влажности представлены на рис. 7.

Из представленных на рисунке результатов следует, что при увеличении влажности его плотность уменьшается. Уменьшение влажности зерна гречихи связано с разрыхлением его структуры, что приводит к изменению его структурно-механических и, как следствие, технологических свойств.

Изменение плотности от ее влажности необходимо учитывать также и при гидротермической обработке зерна, так как при уменьшении плотности необходимо изменять параметры температурной обработки [11].

Таким образом, проведенные исследования показали, что влажность существенно сказывается на структурно-механических и технологических свойствах зерна. Для снижения издержек производства при переработке сырого и влажного зерна гречихи целесообразным является применение технологии переработки с использованием коротких схем.

Список литературы

1. Марьин, В.А. Характерные особенности переработки сырого зерна гречихи / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин, Н.В. Бычин // Хлебопродукты. – 2010. – № 9. – С. 54–55.
2. Журавлев, А.П. Послеуборочная обработка зерна с основами хранения зернопродуктов: монография / А.П. Журавлев, Л.А. Журавлева. – Самара: РИЦСГ СХА, 2012. – 365 с.
3. Parde, S.R., Johal, A., Jayas, D.S. and White, N.D.G. 2003. Physical properties of buckwheat cultivars. Canadian Biosystems Engineering. 2003.–V. 45: 3.19 – 3.22.
4. Зверев, С.В. Влияние влажности воздуха на сохраняемость гречневой крупы / С.В. Зверев, С.Л. Белецкий // Хранение и переработка зерна. – 2014. – № 1 (178). – С. 31–34.
5. Марьин, В.А. Переработка зерна гречихи влажностью выше 17 % / В.А. Марьин, Е.А. Федотов, А.Л. Верещагин // Хлебопродукты. – 2008. – № 4. – С. 50–51.
6. Przybylski R., Eskin N.A.M., Malcolmson L.M., Ryland D., Mazza G. Formation of off-flavour components during storage of buckwheat // Proceedings of the 7th International Symposium on Buckwheat, 12–14 August 1998, Winnipeg, Canada. P.3–7.
7. Марьин, В.А. Влияние показателей качества зерна гречихи на изменение кислотного числа жира / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 3 (125). – С. 147–152.
8. Марьин, В.А. Влияние термофилирования на прочностные характеристики оболочек зерна гречихи / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин, Н.В. Бычин // Хлебопродукты. – 2013. – № 1. – С. 54–55.
9. Абрамов, С.Ю. Влияние влажности и температуры крупяных культур на эффективность его переработки: автореф. дис. ... канд. техн. наук / С.Ю. Абрамов. – М., 1984. – 20 с.
10. Марьин, В.А. Изменение морфологии поверхности влажного зерна гречихи в процессе гидротермической обработки / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин // Хранение и переработка зерна. – 2012. – №3 (153). – С. 42–45.
11. Влияние гидротермической обработки на проросшие зерна гречихи / В.А. Марьин [и др.] // Хлебопродукты. – 2014. – № 5. – С. 44–46.

TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF WET AND CRUDE BUCKWHEAT

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

*Biysk Technological Institute (branch),
Altai State Technical University named after I. I. Polzunova,
27, Trofimova str., Biysk, 659305, Russia*

*e-mail: tehbiysk@mail.ru

Received: 17.04.2015

Accepted: 30.06.2015

Higher yields, intensification of harvesting due to the application of new combine harvesters, which enables to expand the range of moisture content of the harvested grain mass, lead to the increase in the rate of grain heap entering the threshing area and to the accumulation of large grain mass in the open area under unregulated conditions. More than half of grain coming from the fields in the Altai territory requires drying: humidity often reaches 25-30%. Moreover, the grain producers themselves have to deal directly with the post-harvest handling and storage who practically do not have grain drying and cleaning equipment and the required number of granaries. Grain storage at the farms requires considerable financial expenses; therefore, not all manufacturers can comply with the necessary technology of grain receiving and processing. The aim of our research is to study the technological properties of wet and crude buckwheat that was stored for a long time before processing into cereals. The study of mechanical properties shows that when the humidity of buckwheat kernel increases by 1.3 times, its deformation increases by 2.2 times. Moreover, after unloading a partial recovery of the samples takes place, then the deformation difference is 2.6 times. It has been found that the increase in buckwheat humidity is associated with loosening of its structure, which leads to changes in its structural, mechanical and as a consequence technological properties. When changing humidity of grain by 4.6%, the grain density decreases by 1.0%. The studies conducted show that humidity greatly affects structural, mechanical and technological properties of buckwheat. To reduce production costs when processing wet and crude buckwheat it is appropriate to use short scheme processing technologies.

Buckwheat, kernel, humidity, mechanical strength, nature, density, surface morphology

References

1. Mar'in V.A., Vereshhagin A.L., Bychin N.V. Kharakternye osobennosti pererabotki syrogo zerna grechikhi [Characteristic features of processing of crude grain of a buckwheat]. *Khleboprodukty* [Bread products], 2010, no. 9, pp. 54–55.
2. Zhuravlev A.P., Zhuravleva L.A. *Posleuborochnaya obrabotka zerna s osnovami khraneniya zernoproduktov* [Postharvest processing of grain with bases of storage of grain products]. Samara, RICSG SHA, 2012. 365 p.
3. Parde S.R., Johal A., Jayas D.S. and White N.D.G. Physical properties of buckwheat cultivars. *Canadian Biosystems Engineering*, 2003, vol. 45: 3.19–3.22.
4. Zverev S.V., Beletskiy S.L. Vliyanie vlazhnosti vozdukh na sokhranyaemost' grechnevoy krupy [Effect of humidity of air on theretentive buckwheat]. *Khranenie i pererabotka zerna* [Storage and processing of grain], 2014, no. 1(178), pp. 31–34.
5. Mar'in V.A., Fedotov E.A., Vereshhagin A.L. Pererabotka zerna grechihi vlazhnost'ju vyshе 17 % [Recycling of grain buckwheat humidity higher than 17%]. *Khleboprodukty* [Bread products], 2008, no. 4, pp. 50–51.
6. Przybylski R., Eskin N.A.M., Malcolmson L.M., Ryland D., Mazza G. Formation of off-flavour components during storage of buckwheat. *Proceedings of the 7th International Symposium on Buckwheat*, 12-14 August 1998, Winnipeg, Canada, pp. 3–7.
7. Mar'in V.A., Vereshhagin A.L. Vliyanie pokazatelej kachestva zerna grechihi na izmenenie kislotnogo chisla zhira [The effect of buckwheat quality indices on the change of fat acidity value and acidity]. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Altai State Technical University], 2015, no. 3 (125), pp. 147–152.
8. Mar'in V.A., Vereshhagin A.L., Bychin N.V. Vliyanie termofilirovaniya na prochnostnye harakteristiki obolochek zerna grechihi [Influence termofilirovaniya on the strength characteristics of shells of buckwheat grain]. *Khleboprodukty* [Bread products], 2013, no. 1, pp. 54–55.
9. Abramov S.Yu. *Vliyanie vlazhnosti i temperatury krupjanyh kul'tur na jeffektivnost' ego pererabotki*. Avtoref diss. kand. tehn. nauk [Influence of temperature, of humidity and groat crops on the efficiency of their recycling. Cand. tech. sci. autoabstract diss.]. Moscow, 1984, 20 p.
10. Mar'in V.A., Vereshhagin A.L. Izmenenie morfologii poverhnosti vlazhnogo zerna grechihi v processe gidrotermicheskoj obrabotki [Change of morphology surfaces of wet grain buckwheat in the process of hydrothermal processing]. *Khranenie i pererabotka zerna* [Storage and processing of grain], 2012, no. 3(153), pp. 42–45.
11. Mar'in V.A., Vereshhagin A.L., Bychin N.V., Baraboshkin K.S. Vliyanie gidrotermicheskoj obrabotki na prorosshie zerna grechihi [Influence of hydrothermal processing on germinated buckwheat grain]. *Khleboprodukty* [Bread products], 2014, no. 5, pp. 44–46.

Дополнительная информация / Additional Information

Марьин, В.А. Технологические свойства влажного и сырого зерна гречихи / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин, Н.В. Бычин // Техника и технология пищевых производств. – 2015. – Т. 38. – № 3. – С. 35-40.

Mar'in V.A., Vereshchagin A.L., Bychin N.V. Technological properties of wet and crude buckwheat. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2015, vol. 38, no. 3, pp. 35-40 (In Russ.).

Марьин 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. Tech. Sci., Associate Professor of the Department of General chemistry and examination of the goods, Biysk Technological Institute (branch) FSBEI HPE «Altai State Technical University named after I.I. Polzunov», 27, Trofimov, Biysk, 659328, 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. Polzunova, 27, Trofimova str., Biysk, 659305, Russia, phone: +7 (3852) 43-53-18, e-mail: val@bti.secna.ru

Nickolay V. Bychin

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

