

УДК 664.788.8 (045)

МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗЕРНА ГРЕЧИХИ, ХРАНИВШЕГОСЯ ПОД СНЕГОМ

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: 20.09.2016

Дата принятия в печать: 10.01.2017

Аннотация. Установлено, что при ненадлежащем хранении зерна гречихи происходит ухудшения его качества. В зерне появляются дефектные зерна, в том числе проклюнувшиеся, проросшие, заплесневелые, зерна с поврежденной плодовой оболочкой. Использование влаготепловой обработке на этапе гидротермической обработки приводит к тому, что дефектные зерна темнеют, становятся испорченными, массовая доля выхода уменьшается, количество дробленого ядра и массовая доля отходов увеличиваются. Поэтому актуальным является исследование дефектных зерен. Целью настоящей работы является исследование влияния процесса гидротермической обработки на механические характеристики зерна гречихи, хранившегося под снегом. В качестве объектов исследования использовали ядро и крупу зерна гречихи, убранного весной 2015 года после схода снега, а также ядро и крупу нормального качества. Анализ зерна гречихи, убранного весной, позволяет утверждать, что все исследуемые образцы по показателям качества и безопасности соответствуют требованиям нормативной документации и могут быть использованы для переработки в крупу гречневую ядрица. В настоящей работе проведено исследование массовой доли продуктов переработки зерна, представлена микроструктура поверхности ядра дефектных зерен и нормального зерна, исследованы их механические характеристики. Результаты исследования показали: зерно, не прошедшее послеуборочной обработки и хранившееся в ненадлежащем состоянии, неоднородно по своим физико-химическим и механическим свойствам. Проведенные исследования позволяют утверждать, что зерно, хранившееся в ненадлежащих условиях, отличается от нормального заниженной механической прочностью и увеличенной долей дефектных зерен, их наличие необходимо учитывать при подготовке партий зерна, направляемых на переработку в крупу.

Ключевые слова. Зерно гречихи, зерно весеннего срока уборки, прочность, ядро, гидротермическая обработка, дефекты зерна, хранение зерна

MECHANICAL PROPERTIES OF BUCKWHEAT GRAIN STORED UNDER SNOW

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: 20.09.2016

Accepted: 10.01.2017

Abstract. It has been found that the improper storage of buckwheat grain lead to its quality worsening. As a result hatched, sprouted, blackpoint grains as well as grains with damaged fruit shell appear. Moisture-heat treatment at the stage of hydrothermal treatment leads to the condition when defective grains darken and become rotted, the mass fraction of the output decreases, the amount of crushed core and the mass fraction of waste increase. So, the study of defective grains is urgent. The aim of this study is to investigate the influence of hydrothermal treatment on mechanical properties of buckwheat grain stored under snow. The objects of study are the core and grits of buckwheat harvested in spring 2015 after thawing of snow as well as the core and grits of normal quality. Analysis of buckwheat grain harvested in spring suggests that all test samples meet the requirements of regulatory documents in terms of quality and safety and can be used for processing into buckwheat grits. The study on mass fraction of grain processing products has been conducted. The microstructure of the core surface of defective grains and that of sound grains is given; their mechanical characteristics have been investigated. The results show that the grain without post-harvest treatment and stored in improper condition is not uniform in its physical-chemical and mechanical properties. The research results make it possible to confirm that the grain stored in improper conditions differs from the normal one in low mechanical strength and increased proportion of defective grains. Their presence should be considered when preparing grain for processing.

Keywords. Buckwheat grain, grain of spring harvest period, strength, core, hydrothermal treatment, the grain defects, grain storage

Введение

В настоящее время проблема качества зерна, идущего на производство крупы, связана со значительным снижением требований, предъявляемых к зерну, которое направляется в цех на переработку [1]. Такой подход при переработке зерна приводит к ухудшению его качества, изменению потребительских свойств, уменьшению массовой доли выхода и срока хранения готового продукта. По мнению специалистов, главными причинами резкого снижения качества хранимого зерна является ряд нерешенных проблем.

Изменение, потеря качества и массы зерна происходит на всех этапах его движения от поля до переработки.

При производстве зерна под влиянием неблагоприятных погодных условий, при частом выпадении дождей в предуборочный и уборочный периоды происходит прорастание зерна на корню в валках или при хранении зерна на открытых токах. Прорастание зерна ухудшает его технологические качества и потребительские свойства готового продукта. Нарушение качества зерна может произойти и при несоблюдении требований агротехнических мероприятий [2].

Товарное зерно может быть ухудшено не только в поле, но и в результате сушки влажного или сырого зерна, особенно при несоблюдении установленных режимов сушки, такое зерно имеет характерный коричневый или темный цвет. По данным Всероссийского НИИ зерна, затраты на послеуборочную обработку и хранение составляют 25–30 % от общих затрат на производство зерна, из них до 60–70 % приходится на сушку, что связано с энергоемкостью процесса.

Снижение роли элеваторно-складского хозяйства в подготовке и формировании партий зерна для переработки в крупу создает проблему разнокачественности зерна. В результате товарные партии формируются поставщиками зерна из большого числа мелких партий разного качества и поставляются непосредственно на перерабатывающие предприятия вместо больших однородных партий, что ведет к проблеме обеспечения стабильности выхода и качества крупы.

В России только 10–20 % зерна хранится на элеваторах и хлебоприемных предприятиях, так как элеваторы находятся в собственности акционерных обществ или частных владельцев. Следовательно, 80–90 % зерна хранится у производителей, где практически отсутствует зерносушильная, очистительная техника, необходимое количество зернохранилищ и отсутствуют условия для обработки и хранения зерна [3]. Кроме того, хранение зерна в хозяйстве требует значительных финансовых затрат, поэтому далеко не все производители могут соблюсти необходимую технологию приёма и послеуборочной обработки зерна.

При этом наибольшие потери у производителей зерна могут происходить в процессе хранения из-за низкой материально-технической базы по обработке и хранению зерна.

Условно все процессы, происходящие в пищевых продуктах при хранении, можно подразделить на пять основных групп: физические (увлажнение и усушка), химические (прогоркание жиров), биохимические (дыхание и гидролиз), микробиологические (плесневение, гниение) и биологические (вызываются грызунами и насекомыми-вредителями) [4].

Все вышеуказанные проблемы значительно влияют на показатели качества зерна, используемого для выработки крупы. Выработанная из такого зерна крупа менее стабильна при хранении, в ней распад липидов происходит интенсивнее, чем в выработанной из нормального зерна [5, 6].

В настоящее время для того, чтобы подготовить партию для переработки, производители круп вынуждены устанавливать фотоэлектронные сортировщики как при подготовке зерна для удаления дефектных зерен, так и для контроля крупы для удаления трудноотделимой примеси и испорченных зерен, которые могут возникнуть при переработке зерна в крупу на этапе гидротермической обработки.

В связи с этим важным является исследование зерна гречихи, которое по каким-то причинам не прошло послеуборочной обработки, и хранилось в непригодных условиях. Наиболее характерным примером является зерно гречихи, убранное из-под снега.

Целью настоящей работы является исследование влияния процесса гидротермической обработки на механические характеристики зерна гречихи хранившегося под снегом.

Объекты исследования

В качестве объектов исследования использовали ядро и крупу зерна гречихи убранного весной 2015 года после схода снега, и ядро и крупу нормального качества.

Анализ зерна гречихи, убранного весной, позволяет утверждать, что все исследуемые образцы по показателям качества и безопасности соответствуют требованиям нормативной документации и могут быть использованы для переработки в крупу гречневую ядрица.

Однако было установлено, что хранение зерна под снегом приводит к порче зерна и появлению дефектных зерен. По своим показателям дефекты такого зерна можно считать незначительными, так как использование фотоэлектронного сортировщика позволяет удалять такие зерна на этапах очистки зерна и контроля крупы гречневой ядрица. Переработка зерна в производственных условиях показала, что выработать крупу гречневую высшего сорта из такого зерна даже при наличии фотоэлектронного сортировщика согласно требованиям нормативной документации невозможно.

В зерне гречихи были выявлены четыре основных дефекта, наличие которых как показали производственные испытания, приводит к появлению испорченных зерен на этапе гидротермической обработки (ГТО). Как известно, производство крупы гречневой ядрица включает этап гидротермической

обработки зерна [7]. К таким дефектам были отнесены: проклюнувшиеся, проросшие, заплесневелые и зерна с поврежденной плодовой оболочкой. Причем два дефекта (проклюнувшиеся и зерно с поврежденной оболочкой) не регламентируются тре-

бованиям ГОСТ Р 56105-2014 и не учитывались при приемке и формировании партий для переработки зерна в крупу. Характеристика дефектов зерна гречихи убранного весной после схода снега, представлена в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика дефектов зерна гречихи весеннего срока уборки

Дефект	Характеристики дефекта	Требования ГОСТ 56105-2014	Причины возникновения	Влияние на качество готовой продукции
Проклюнувшееся ядро	Внешне не отличается от нормального зерна	Не нормируется	Повышенная влажность зерна	Потемнение эндосперма при ГТО, относят к испорченным зернам
Заплесневелое ядро	Затхлый запах и вкус	Общее содержание испорченных зерен в партии не более 0,3 %	Нарушение условий хранения (высокая влажность и температура)	
Проросшее ядро	В вершине зерна виден росток	Не более 3,0 %	Повышенная влажность зерна	
Ядро из зерна с поврежденными оболочками	Зерно с поврежденной оболочкой, открытая часть ядра может быть окрашена (светло- или темно-коричневого цвета)	Не нормируется	Механическое повреждение зерна во время уборки или транспортировки	

Подготовку образцов производили по следующей методике. Из поступающего в бункер готовой продукции крупы ядрица производственно-техническая лаборатория выделяла образцы массой 5,0 г для каждого вида дефектных зерен. Из этой навески методом случайного отбора выбирали ядро и направляли на исследования. Исследования проводили для образцов ядра вышеуказанных дефектов и нормального ядра результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2

Образцы вышеуказанных дефектов и нормального ядра

Образец	До ГТО	Образец	После ГТО
1	Проклюнувшееся ядро	1/1	Проклюнувшееся ядро
2	Заплесневелое ядро	2/1	Заплесневелое ядро
3	Проросшее ядро	3/1	Проросшее ядро
4	Ядро из зерна с поврежденными оболочками	4/1	Ядро из зерна с поврежденными оболочками
5	Нормальное ядро	5/1	Нормальное ядро

Анализ представленных образцов дефектных зерен позволяет утверждать, что проклюнувшиеся, заплесневелые и проросшие зерна являются результатом биохимических изменений, зерна с поврежденными оболочками – результатом механического разрушения плодовых оболочек зерна в процессе обмолота или его перемещения.

При подготовке материала были использованы общепринятые методы, а также методы электронной микроскопии и термомеханического анализа [8]. Все исследования проводились в 3–5-кратной повторности и обрабатывались статистически.

Результаты и их обсуждения

В результате исследований, проводившихся в 2001–2015 гг., было выявлено, что при переработке зерна гречихи, которое хранилась в ненадлежащих условиях, в том числе и в зерне, убранном весной в 2015 г. после схода снега, появление испорченных зерен в крупе ядрица связано с наличием дефектных зерен.

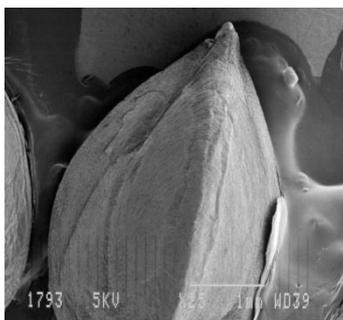
Микрофотографии поверхности ядра вышеуказанных дефектов и нормального зерна до и после этапа ГТО изучали на сканирующем электронном микроскопе JSM-840 (Jeol, Япония), полученные изображения представлены на рис. 1.

Из представленных на рис. 1 микрофотографий следует:

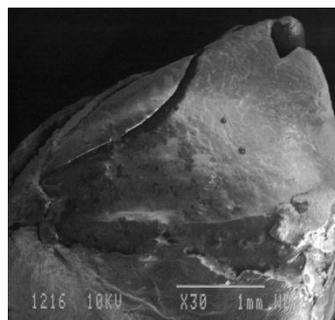
1) Проклюнувшееся до ГТО ядро в области вершины имеет повреждение оболочки, видны зачатки роста. При ГТО проклюнувшегося зерна гречихи рис. 1.1/1) характер повреждений не изменяется, такие зерна в зерне гречихи выделить из основного зерна согласно требованиям нормативной документации невозможно.

2) В зерне возможно наличие плесневых грибов, (рис. 1.2), которые образуют на поверхности ядра ветвящиеся мицелии, они хорошо видны невооруженным глазом. Их наличие на поверхности ядра не только ухудшает технологические свойства зерна, но и вредит здоровью при употреблении. При ГТО зерна, поврежденного плесенью (рис. 1.2/1), происходит спекание мицелий, а ядро темнеет.

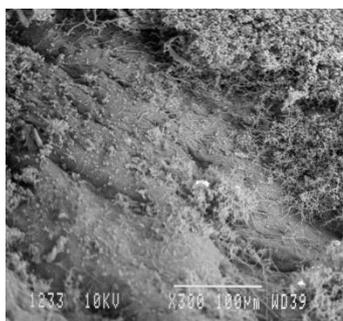
3) Проросшее ядро до ГТО (рис. 1.3): в области вершины видны значительные повреждения трещины оболочки и росток, который может достигать нескольких миллиметров. При ГТО проросшего зерна (рис. 1.3/1) характер повреждений не изменяется. После шелушения значительная часть ростков удаляется и в вершине образуется характерное повреждение в виде воронки, что приводит



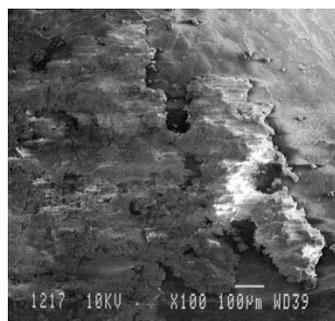
1) Проклонувшееся ядро до ГТО



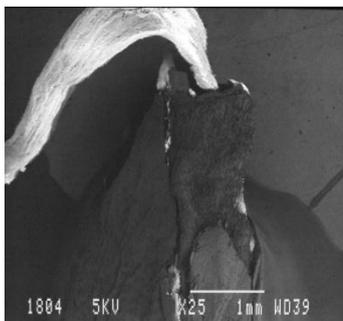
1/1) Проклонувшееся ядро после ГТО



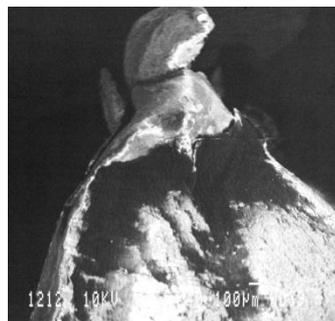
2) Ядро заплесневелое до ГТО



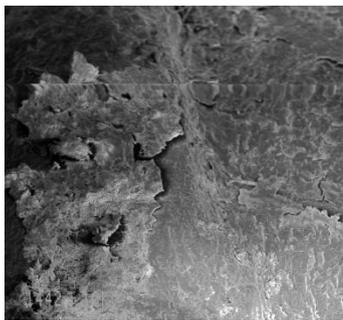
2/1) Ядро заплесневелое после ГТО



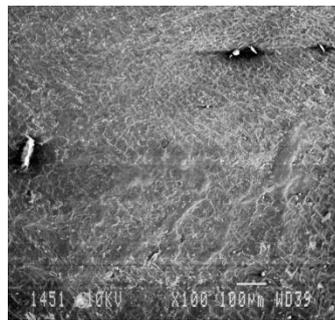
3) Проросшее ядро до ГТО



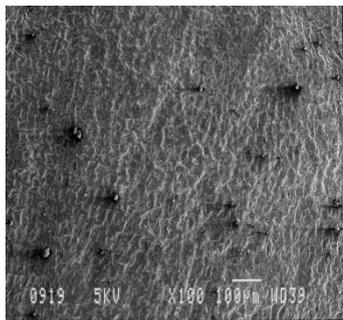
3/1) Проросшее ядро после ГТО



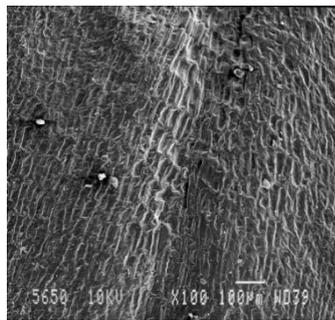
4) Ядро с поврежденной оболочкой до ГТО



4/1) Ядро с поврежденной оболочкой после ГТО



5) Ядро нормальное до ГТО



5/1) Ядро нормальное после ГТО

Рис. 1. Микрофотографии поверхности ядра гречихи с различными дефектами и нормального зерна до и после ГТО

к ухудшению товарного вида вырабатываемой крупы.

4) Кроме вышеназванных возможных дефектов, в зерне содержатся зерна с поврежденной плодовой оболочкой, ядро до ГТО (рис. 1.4) под влиянием неблагоприятных условий хранения может становиться неполноценным, на поверхности видны повреждения, которые, возможно, возникли в результате поражения открытых частей ядра микроорганизмами. Такие места у ядра характеризуются изменением цвета ядра, становятся более темными (пигментированные ядра). При ГТО зерна с поврежденной плодовой оболочкой (рис. 1.4/1) характер повреждений ядра несколько уменьшается, возможно, вследствие желатинизации крахмала поверхности ядра, однако указанная часть ядра темнеет – такие зерна относят к испорченным.

5) На рис. 1.5 представлена микрофотография наружной поверхности нормального ядра гречихи, семенная оболочка имеет ячеистую структуру. Ячейки различной многогранной формы с хорошо различимыми границами без повреждений. При ГТО зерна (рис. 1.5/1) изменяется его ячеистая структура, форма ячейки становится более выражена, такие изменения, возможно, связаны с клейстеризацией крахмала как на поверхности зерен, так и внутри его и приводят к упрочнению ядра.

Зерно, содержащее вышеуказанные дефекты, характеризуется более высокой массовой долей кислотного числа жира (КЧЖ) и кислотности [9].

Изменение механических свойств изучали на термомеханическом анализаторе Shimadzu-60 (Япония) по методике, описанной в работе [10]. Устройство для испытания образцов (рис. 2) представляет собой латунный цилиндр – 1, в котором для устойчивого расположения ядра выбрана полость с углом 60° и глубиной 0,5 мм – 2.

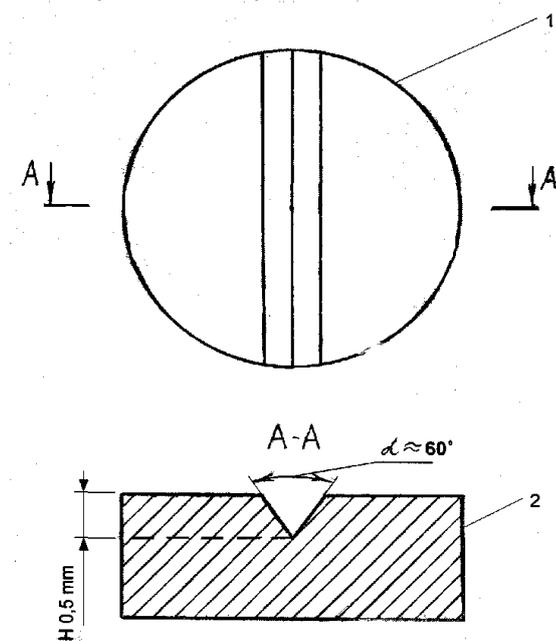


Рис. 2. Устройство для механических испытаний образцов

На столик этой измерительной ячейки помещали ядро гречихи вертикально вниз, а затем на одну точку грани 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 механических испытаний ядра гречихи до ГТО представлены на рис. 3, где по оси y, слева, показано изменение линейного размера образца в %; справа по оси y – нагружение индентора прибора на образец в граммах. По оси x указано время проведения эксперимента в минутах. Свойства прибора и его программное обеспечение позволяют производить нагрузку на образец только в граммах. Эксперименты проводили в воздушной среде при атмосферном давлении и температуре 20°C . Цифры, указанные на механических кривых, означают величину деформации при максимальной нагрузке 400 г на образец за 40 мин.

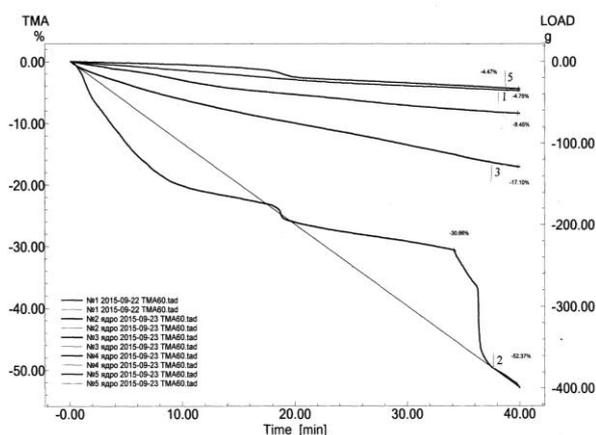


Рис. 3. Механические кривые дефектных ядер до ГТО «весеннего» и нормального ядра, где 1 – проклонившееся ядро, 2 – заплесневелое ядро, 3 – проросшее ядро, 4 – ядро из зерна с поврежденной оболочкой, 5 – нормальное ядро «осеннего» урожая

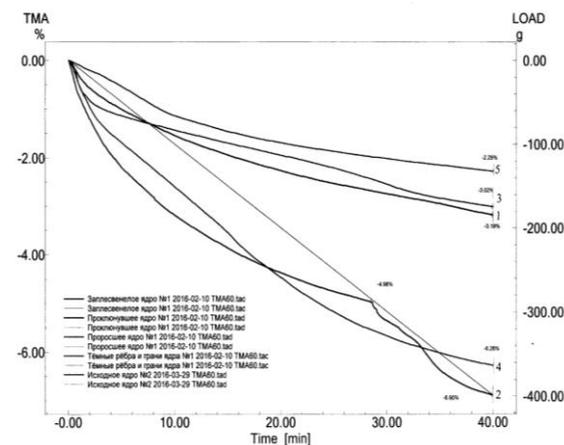


Рис. 4. Механические кривые дефектных ядер «весеннего» и нормального ядра после ГТО, где 1 – проклонившееся ядро, 2 – заплесневелое ядро, 3 – проросшее ядро, 4 – ядро из зерна с поврежденной оболочкой, 5 – нормальное ядро «осеннего» урожая

Из представленных на рис. 3 данных следует, что минимальная относительная деформация составляет 4,5 % и соответствует образцу нормально-го ядра. Для проклюнувшегося ядра относительная деформация составляет 4,8 %, для заплесневелого зерна – 52,4 % (образец разрушился), для проросшего зерна – 17,1 %, для зерна с поврежденной оболочкой – 8,5 %.

Результаты механических испытаний ядра после ГТО гречихи представлены на рис. 4.

Из представленных на рис. 4 данных следует, что минимальная относительная деформация составляет 2,3 % и соответствует образцу нормально-го ядра. Для проклюнувшегося ядра относительная деформация составляет 3,2 %, для заплесневелого зерна – 6,9 %, для проросшего зерна – 3,0 %, для зерна с поврежденной оболочкой – 6,3 %.

Проведенные исследования и характер деформации дефектных зерен позволяют утверждать,

что вышеуказанные дефекты можно характеризовать как развитие двух параллельных процессов механического разрушения ядра и биохимической порчи ядра:

- проклюнувшиеся, проросшие ядра – стадия прорастания, механическое разрушение ядра, связанное с разрушением оболочек и деформацией ядра;

- ядра с темными ребрами, заплесневелые ядра – стадия порчи зерна, вследствие протекания гидролитических процессов расщепления жира происходит прогоркание и потемнение ядра.

Для сравнения упругих свойств дефектных и нормального ядер был определен модуль упругости при 4,0 % деформации. Результаты изменения модуля упругости при 4,0 % деформации исследуемых образцов зерна гречихи представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты изменения модуля упругости при 4,0 % деформации исследуемых образцов зерна гречихи

Образец	До ГТО	Модуль упругости, кг/см ²	Образец	После ГТО	Модуль упругости, кг/см ²
1	Проклюнувшееся ядро	10,8	1/1	Проклюнувшее ядро	11,2
2	Заплесневелое ядро	0,5	2/1	Заплесневелое ядро	5,8
3	Проросшее ядро	2,0	3/1	Проросшее ядро	15,3
4	Ядро из зерна с поврежденными оболочками	4,5	4/1	Ядро из зерна с поврежденными оболочками	6,1
5	Нормальное ядро	12,5	5/1	Нормальное ядро	20,9

Из представленных результатов следует, что при шелушении зерна гречихи вероятность разрушения ядра будет происходить в следующей последовательности:

- 1 – заплесневелое;
- 2 – с поврежденной плодовой оболочкой;
- 3 – проклюнувшееся;
- 4 – проросшее;
- 5 – нормальное.

Отличительной особенностью всех вышеуказанных дефектных зерен является низкая прочность по отношению к нормальному зерну. В табл. 4 представлен коэффициент уменьшения прочности ядра как отношение прочности ядра до и после ГТО.

Таблица 4

Коэффициент уменьшения прочности ядра

Образец	Наименование	Коэффициент уменьшения прочности
1	Проклюнувшееся ядро	1,5
2	Заплесневелое ядро	7,6
3	Проросшее ядро	5,7
4	Ядро из зерна с поврежденными оболочками	1,3
5	Нормальное ядро	1,9

Как следует из представленных данных по степени деградации механической прочности ядра, изученные образцы можно расположить в таком порядке:

- 1 – ядро из зерна с поврежденными оболочками;
- 2 – проклюнувшееся ядро;
- 3 – проросшее ядро;
- 4 – заплесневелое ядро.

При переработке зерна с указанными дефектами в крупу выход целого ядра уменьшается и увеличивается доля разрушенного ядра (продела, кормовой мучки). Кроме того, при выделении испорченных ядер, которые образуются при переработке зерна на этапе ГТО, возможно удаление определенной массовой доли крупы ядрица. Показатели массовой доли продуктов переработки нормального и весеннего срока уборки урожая представлены в табл. 5 [11].

Таблица 5

Массовая доля продуктов переработки нормального зерна и весеннего срока уборки урожая

Наименование	Массовая доля продуктов переработки, %		
	Нормального зерна сорт 1	Весеннего срока уборки сорт 3	Базисные нормы выхода
Крупа ядрица	69,3–72,1	62,5–65,5	не менее 62,0
Крупа продел	0,2–0,8	0,6–1,2	не более 5,0
Мучка кормовая	0,4–1,2	0,9–2,1	не более 3,5
Отходы I и II категории	4,5–5,7	6,3–7,8	не более 6,5

Из представленных данных следует, что при переработке зерна весеннего срока уборки в крупу гречневую ядрица массовая доля выхода и целого продукта уменьшается по отношению к нормальному зерну, однако показатели соответствуют базисным нормам. Таким образом, проведенные ис-

следования позволяют утверждать, что зерно хранившееся в ненадлежащих условиях, отличается от нормального заниженной механической прочностью и увеличенной долей дефектных зерен. Их наличие влияет не только на качество, но и массовую долю вырабатываемой готовой продукции.

Список литературы

1. Мелешкина, Е.П. Современные аспекты качества зерна пшеницы / Е.П. Мелешкина // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2009. – № 3. – С. 4–7.
2. Важов, В.М. Агрэкологические вопросы выращивания *Fagopyrum esculentum moench* на Алтае / В.М. Важов, В.Н. Козил, С.В. Важов // Успехи современного естествознания – 2016. – № 1-0. – С. 56–60.
3. Журавлев, А.П. Послеуборочная обработка зерна с основами хранения зернопродуктов: монография / А.П. Журавлев, Л.А. Журавлева. – Самара: РИЦСГ СХА, 2012. – 365 с.
4. Influences of High Hydrostatic Pressure, Microwave Heating, and Boiling on Chemical Compositions, Antinutritional Factors, Fatty Acids, In Vitro Protein Digestibility, and Microstructure of Buckwheat / Yun Deng, Olga Padilla-Zakour, Yanyun Zhao, Shishi Tao // Food and Bioprocess Technology. – 2015. – Vol. 8. – Is. 11. – Pp. 2235–2245. DOI 10.1007/s11947-015-1578-9.
5. Formation of off-flavour components during storage of buckwheat / Przybylski R., Eskin N.A.M., Malcolmson L.M., Ryland D., Mazza G. // Proceedings of the 7th International Symposium on Buckwheat, 12–14 August 1998, Winnipeg, Canada. – Pp. 3–7.
6. 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.
7. Регулирование цветности ядра гречневой крупы / В.А. Марьин, Е.А. Федотов, А.Л. Верещагин, К.С. Барабошкин // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2009. – № 5. – С. 39–41.
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. Mar'in V.A. Effects of humidity and the content of sprouted and spoiled buckwheat grains on the changes of acid number of fat and grain acidity / V.A. Mar'in, A.L. Vereshchagin // Foods and Raw Materials. – 2014. – Vol. 2. – № 1. – Pp. 31–35.
10. 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.
11. Марьин, В.А. Механические и физико-химические свойства крупы ядрицы гречневой из зерна, убранного из-под снега / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин, Н.В. Бычин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 6 (140). – С. 167–172.

References

1. Meleshkina E.P. Sovremennyye aspekty kachestva zerna pshenitsy [Modern aspects of the quality of wheat]. *Agrarnyy vestnik Yugo-Vostoka* [Agricultural Gazette Southeast.], 2009, no. 3, pp. 4–7.
2. Vazhov V.M., Kozil V.N., Vazhov S.V. Agroekologicheskie voprosy vyrashchivaniya *Fagopyrum esculentum moench* na Altae [Agri-environment issues *Fagopyrum esculentum moench* growing in the Altai]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Advances in Current Natural Sciences], 2016, no. 1, pp. 56–60.
3. Zhuravlev A.P., Zhuravleva L.A. *Posleuborochnaya obrabotka zerna s osnovami khraneniya zernoproductov* [Postharvest processing of grain with bases of storage of grain products]. Samara: RICSG SHA Publ., 2012. 365 p.
4. Deng Yun, Padilla-Zakour Olga, Zhao Yanyun, Tao Shishi. Influences of High Hydrostatic Pressure, Microwave Heating, and Boiling on Chemical Compositions, Antinutritional Factors, Fatty Acids, In Vitro Protein Digestibility, and Microstructure of Buckwheat. *Food and Bioprocess Technology*, November 2015, vol. 8, iss. 11, pp. 2235–2245. DOI: 10.1007/s11947-015-1578-9.
5. 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.
6. Mar'in V.A., Vereshchagin A.L. Vliyanie pokazateley kachestva zerna grechikhi 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.
7. Mar'in V.A., Fedotov E.A., Vereshchagin A.L., Baraboshkin K.S. Regulirovanie tsvetnosti yadra grechnevoy krupy [Regulation of chromaticity of a kernel of buckwheat]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of farm products], 2009, no. 5, pp. 39–41.
8. Mar'in V.A., Vereshchagin A.L., Bychin N.V. Vliyanie termofilirovaniya na prochnostnye kharakteristiki obolochek zerna grechikhi [Influence termofilirovaniya on the strength characteristics of shells of buckwheat grain]. *Khleboprodukty* [Bread products], 2013, no. 1, pp. 54–55.
9. Mar'in V.A., Vereshchagin A.L. Effects of humidity and the content of sprouted and spoiled buckwheat grains on the changes of acid number of fat and grain acidity. *Foods and Raw Materials*, 2014, vol. 2, no. 1, pp. 31–35. DOI: 10.12737/4126
10. Mar'in V.A., Vereshchagin A.L., Bychin N.V. Tekhnologicheskie svoystva vlazhnogo i syrogo zerna grechikhi [Technological properties of wet and crude buckwheat]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2015, vol. 38, no. 3, pp. 35–40.
11. Mar'in V.A., Vereshchagin A.L., Bychin N.V. Mekhanicheskie i fiziko-khimicheskie svoystva krupy yadritsy grechnevoy iz zerna, ubrannogo iz-pod snega [Mechanical and physical and chemical properties of buckwheat groats unground grain, harvested from the snow]. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai State Agricultural University], 2016, no. 6 (140), pp. 167–172.

Дополнительная информация / Additional Information

Марьин, В.А. Механические характеристики зерна гречихи, хранившегося под снегом / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин, Н.В. Бычин // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 44. – № 1. – С. 65–72.

Mar'in V.A., Vereshchagin A.L., Bychin N.V. Mechanical properties of buckwheat grain stored under snow. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2017, vol. 44, no. 1, pp. 65–72 (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.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. Polzunova, 27, Trophimova Str., Biysk, 659305, Russia, phone: +7 (3852) 43-53-18, e-mail: val@bti.secna.ru

Nicolay 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. Polzunova, 27, Trophimova Str., Biysk, 659305, Russia, phone: +7 (3852) 43-53-18

