

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБРАБОТКИ НА МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ЗЕРНА ГРЕЧИХИ, ПЕРЕЗИМОВАВШЕЙ ПОД СНЕГОМ

В.А. Марьин^{1,*}, А.А. Верещагин¹, Р.В. Ащеулов²

¹Бийский технологический институт (филиал)
ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный
технический университет им. И.И. Ползунова»,
659305, Россия, г. Бийск, ул. Трофимова, 27

²ОАО «Бийский комбинат хлебопродуктов»,
659311, Россия, г. Бийск, ул. Трофимова, 2/1

*e-mail: tehbiysk@mail.ru

Дата поступления в редакцию: 11.04.2016

Дата принятия в печать: 30.06.2016

В настоящее время актуальной является задача обеспечения населения продуктами питания, которые обеспечили бы потребности человека в витаминах, минеральных веществах и других биологически активных элементах. Важную роль в этом играют продукты растениеводства, в том числе зерно гречихи, которое является важным поставщиком минеральных веществ и других нутриентов. Качество перезимовавшего зерна под снегом значительно отличается от зерна, убранного осенью. Поэтому целесообразным является исследование показателей качества поступающего зерна гречихи весеннего срока уборки, используемого для выработки крупы ядрица, в том числе изменение его минерального состава на этапе температурной обработки. Полученные результаты исследования минерального состава образцов из зерна, собранного весной после схода снега, позволяют утверждать о том, что динамика изменения катионов и анионов исследуемых образцов при различной температурной обработке подобна изменениям м.д. катионов и анионов в образцах зерна, собранного осенью. Наибольшие отклонения катионов и анионов соответствуют температуре воздушной смеси начиная со 140 °С, когда температура нагрева образцов составляет 70 °С и выше. Количественная оценка изменения м.д. катионов и анионов показывает, что максимальное суммарное изменение исследуемых катионов наблюдалось в оболочках: массовая доля увеличилась в 1,4 раза и составила 1,03 %; суммарное изменение анионов наблюдалось также в оболочках: их массовая доля уменьшилась в 2,0 раза и составила 0,11 %. Возможно, такие изменения связаны с окислительно-восстановительными реакциями, которые сопровождаются гидролизом. Можно предположить, что катионы связаны более прочно, чем анионы, которые в процессе хранения удаляются с поверхности ядра и оболочки. Установлено, что минеральный состав зерна весеннего урожая обеднен по сравнению с зерном осеннего урожая.

Зерно гречихи, весенняя уборка, осенняя уборка, катионы, анионы, температура, минеральный состав, ядро, оболочка

Введение

В настоящее время актуальной является задача обеспечения населения продуктами питания, которые обеспечили бы потребности человека в витаминах, минеральных веществах и других биологически активных элементах. Важную роль в этом играют продукты растениеводства, в том числе зерно гречихи, которое является важным поставщиком витаминов, минеральных веществ и других нутриентов, потребление крупы ядрица составляет до 20 % от общего потребления круп.

Минеральные вещества присутствуют во всех органах и тканях нашего организма, входят в состав пищеварительных соков, гормонов, витаминов и других биологически активных веществ и участвуют в поддержании нормальной жизнедеятельности человеческого организма.

Для поддержания нормальной жизнедеятельности и развития наш организм постоянно расходует минеральные вещества. Их ежедневное восполнение происходит в основном с питанием, недостаток или полное отсутствие может привести к серьезным заболеваниям, нарушению биохимических процессов в организме. Минеральные вещества составляют около одной двадцатой части веса тела.

В зерне минеральные вещества входят в состав цветковых пленок, плодовых и семенных оболочек, алейронового слоя, в эндосперме, но в значительно меньшем количестве. Содержание минеральных веществ в зерне гречихи составляет до 3,0 % [1].

Они представлены железом, калием, кальцием, фосфором, магнием, йодом и др. Содержание минеральных веществ распределено следующим образом: в зерне (2,0–3,0 %), ядре с зародышем (2,3–2,5 %), оболочках (1,8–2,5 %), зародыше (7,0–10,0 %) [2].

Сложные погодные-климатические условия осени 2014 года в Западной Сибири привели к тому, что значительная часть урожая гречихи в Алтайском крае оказалась под снегом [3]. Дефицит гречневой крупы, высокие закупочные цены зерна гречихи, благоприятные погодные условия весны 2015 года позволили собрать значительную часть урожая и направить его на переработку в крупу гречневую ядрица. Однако качество перезимовавшего зерна под снегом значительно отличается от зерна, убранного осенью. Поэтому целесообразным является исследование показателей качества поступающего зерна гречихи весеннего урожая и используемого для выработки крупы ядрица, в том числе и его минерального состава.

Целью настоящей работы является исследование влияния температуры обработки на минеральный состав зерна гречихи, перезимовавшего под снегом.

Объекты исследования

В качестве объектов исследования использовали зерно, крупу и плодовые оболочки зерна гречихи, убранного весной 2015 года после схода снега.

Проведенные исследования зерна гречихи, убранного весной, позволили утверждать, что все исследуемые образцы по показателям качества и безопасности соответствуют требованиям нормативной документации и могут быть использованы для переработки в крупу. Однако было установлено, что хранение зерна под снегом приводит к порче зерна и появлению дефектных зерен, таких как проклюнувшиеся, проросшие, заплесневелые и зерна с поврежденной оболочкой. 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 ядрицы.

При переработке зерна гречихи в крупу ядрицы для изменения его технологических свойств, повышения эффективности переработки и улучшения потребительских свойств и пищевой ценности готового продукта используют гидротермическую обработку (ГТО) [4]. Для достижения поставленной цели в производственных условиях исследуемые образцы обрабатывали при различных температурных режимах. Такой подход обоснован тем, что эффективность обработки зерна в процессе ГТО определяется продолжительностью и температурой агента обработки и нагревом зерна.

Производственные испытания показали, что при ГТО у «дефектных зерен», в том числе тех, которые в зерне не были отнесены к испорченным согласно требованиям ГОСТ Р 56105-2014, при температурной обработке происходит потемнение эндосперма. Такие ядра согласно требованиям ГОСТ Р 55290-2012 относят к испорченным. Экспериментально было определено, что массовая доля испорченных зерен после ГТО пропорциональна массовой доле вышеуказанных дефектов.

Возможно, потемнение ядра связано с тем, что, как показано в работе [5], у дефектных зерен гречихи поверхность ядра покрыта развитой сеткой трещин. Наличие трещин приводит к увеличению удельной поверхности ядра в несколько раз, ГТО способствует перегреву таких зерен и потемнению эндосперма ядра.

Исследование плотности зерна «весеннего» и «осеннего» урожая проводили на гелиевом пикнометре AccuPyc 1340 фирмы Micrometics (США) по стандартной методике определения плотности [6].

Результаты определения плотности зерна различной влажности представлены на рис. 1.

Из представленных результатов следует, что при увеличении влажности его плотность уменьшается, причем плотность «весеннего» меньше плотности зерна «осеннего» урожая. Более низкая плот-

ность зерна «весеннего» урожая гречихи, возможно, связана с разрыхлением его структуры и изменением его структурно-механических свойств при циклическом прохождении точки замерзания.

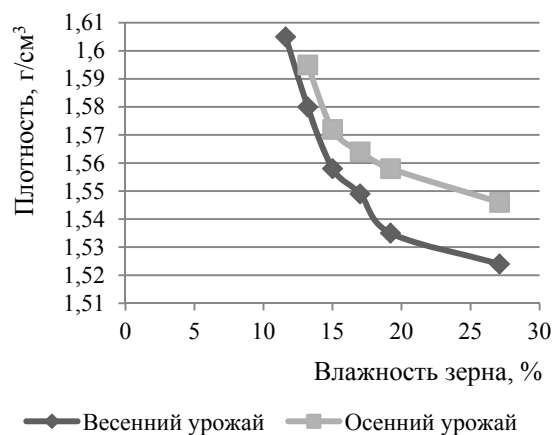


Рис. 1. Влияние влажности зерна «весеннего» и «осеннего» урожая гречихи на ее плотность

Далее было изучено влияние температуры обработки на состав катионов и анионов в зерне, ядре и оболочках. Образцы для исследования отбирали следующим образом. Из зерна до или после тепловой обработки отбирали представительный образец, разделяли на две части. Одну часть зерна шелушили на лабораторном шелушителе ГДФ-1М, получали ядро и оболочки, вместе с другой частью зерна формировали образцы ядра, оболочки, зерна и направляли на исследование минерального состава (катионов и анионов).

Определение катионов по методике М 04-65-2010, анионов по методике М 04-73-2011 в исследуемых образцах проводили на приборе «Капель-105» («Люмекс», Россия). Повторность исследований 5-кратная.

Результаты и их обсуждение

Для испытания были отобраны партии зерна гречихи, убранные весной после схода снега, сорта «Диалог», который рекомендован для возделывания во всех зонах Алтайского края и характеризуется высокими технологическими и кулинарными качествами.

При переработке зерна с использованием тепловой обработки может происходить изменение содержания минеральных веществ. Высокая температура и высокоскоростные процессы при влаготепловой обработке зерна могут приводить к растворению или накоплению в нем минеральных веществ.

Исследование влияния режимов водотепловой обработки в работе [7] показало, что зерно имеет капиллярно-пористую структуру. Изменение концентрации анионов, катионов в зерне, ядре и оболочках связано с адсорбционно-десорбционными процессами, минеральным составом воды, используемой для получения технологического пара, денатурацией белков и клейстеризацией крахмала

вследствие уменьшения растворимости исследуемых образцов.

Исследуемые партии согласно используемой технологии обрабатывались газозвушной смесью

при температурах 80, 140, 160, 180, 200 °С в течение 8 мин. Параметры гидротермической обработки и температура нагрева зерна гречихи представлены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры температурной обработки исследуемых образцов

№ п/п	Образец	Режим обработки	Температура газозвушной смеси, °С	Температура нагрева зерна, °С	Общее время ГТО, мин
1	Зерно Крупа ядрица Оболочка	Без термообработки	0	20	0
2	Зерно Крупа ядрица Оболочка	Нагрев газозвушной смесью	80	46	8
3	Зерно Крупа ядрица Оболочка	Нагрев газозвушной смесью	140	70	8
4	Зерно Крупа ядрица Оболочка	Нагрев газозвушной смесью	160	78	8
5	Зерно Крупа ядрица Оболочка	Нагрев газозвушной смесью	180	86	8
6	Зерно Крупа ядрица Оболочка	Нагрев газозвушной смесью	200	102	8

Затем были определены следующие показатели качества обработанных образцов: влажность по ГОСТ 26312.7-88; белок по ГОСТ 10846-91; пищевые волокна по ГОСТ 13496.2-91; жир по ГОСТ 29033-91; зольность по ГОСТ 26312-84, углеводы по разнице показателей (табл. 2).

Таблица 2

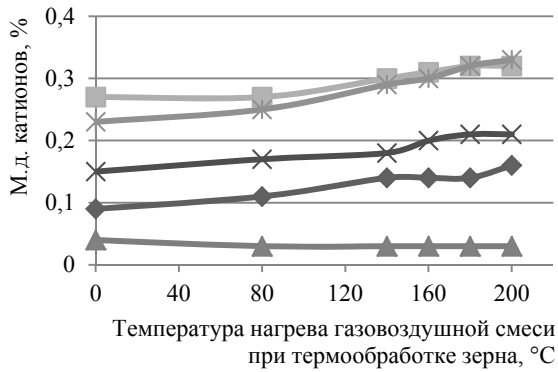
Физико-химический состав зерна, ядра и оболочек, обработанных при различных температурных режимах

№ п/п	Образец	Массовая доля, %					
		Влажность	Белки	Углеводы	Пищевые волокна	Жиры	Зольность
1	Зерно	12,2	11,8	61,4	10,4	2,1	2,1
	Ядрица	11,8	12,6	68,6	2,9	2,3	1,8
	Оболочка	9,2	4,1	34,9	47,4	0,7	3,7
2	Зерно	11,7	11,7	61,7	10,5	2,2	2,2
	Ядрица	10,9	12,4	70,2	2,6	2,3	1,6
	Оболочка	8,8	4,1	33,5	49,2	0,8	3,6
3	Зерно	10,8	11,7	63,0	10,3	2,2	2,0
	Ядрица	9,8	12,1	71,3	2,8	2,4	1,7
	Оболочка	8,0	3,8	35,8	48,1	0,8	3,5
4	Зерно	10,2	11,6	63,4	10,5	2,4	1,9
	Ядрица	9,5	12,0	71,5	2,7	2,5	1,8
	Оболочка	7,6	3,6	36,6	47,8	0,8	3,6
5	Зерно	9,6	11,2	64,5	10,3	2,3	2,1
	Ядрица	8,9	11,8	72,3	2,6	2,5	1,9
	Оболочка	7,0	3,4	36,7	48,2	0,9	3,8
6	Зерно	8,6	10,8	65,6	10,4	2,4	2,2
	Ядрица	8,1	11,7	73,1	2,8	2,6	1,7
	Оболочка	6,5	3,4	37,8	47,5	1,1	3,7

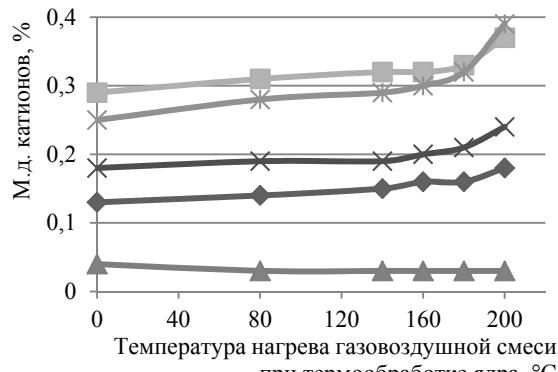
Анализ табл. 2 позволяет говорить о том, что у зерна, ядра и оболочек с увеличением температуры обработки уменьшается влажность и определяемая доля белка, возможно, вследствие его денатурации. Увеличение определяемой доли жира, возможно, связано с гидролизом и окислением при высокой температуре. Зольность зерна при увеличении температуры обработки не изменяется, что не противоречит полученным ранее результатам [8].

В связи с изменением влажности зерна в результате температурной обработки для получения сопоставимых данных все приведенные ниже показатели концентрации микроэлементов (катионов и анионов) нормализованы к начальной влажности. Полученные в результате экспериментальных исследований показатели массовой доли (м.д.) минеральных веществ (катионов, анионов) при изменении температуры обработки в образцах зерна гречихи, ядра и оболочек представлены на рис. 2 и 3.

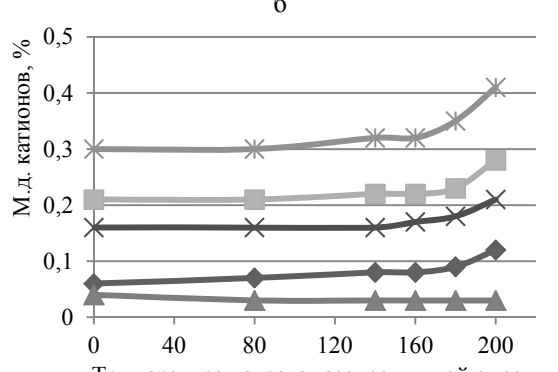
Из представленных данных следует, что с увеличением температуры обработки зерна м.д. определяемых катионов аммония увеличилась в 1,8 раза, ядра в 1,4 раза, оболочек в 2,0 раза; м.д. калия в зерне увеличилась в 1,2 раза, в ядре в 1,3 раза, в оболочках в 1,3 раза; м.д. натрия в зерне, ядре и оболочках уменьшилась в 1,3 раза; м.д. магния в зерне увеличилась в 1,4 раза, в ядре и оболочках в 1,3 раза; м.д. кальция в зерне увеличилась в 1,4 раза, в ядре в 1,6 раза, в оболочках в 1,4 раза.



а



б

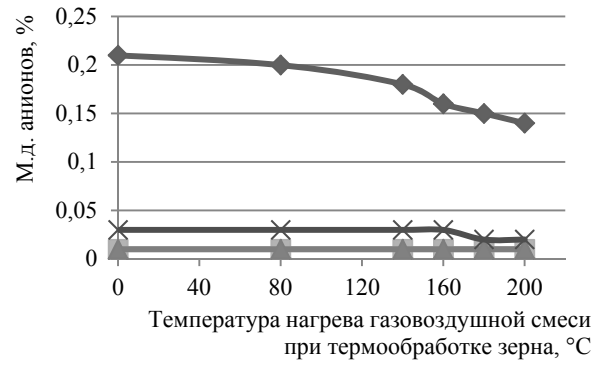


в

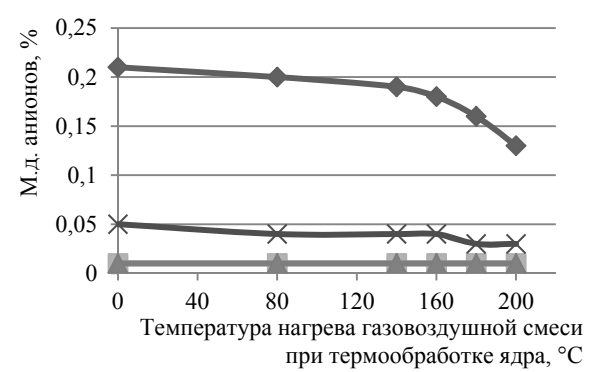
Рис. 2. Показатели м.д. катионов при изменении температуры обработки в зерне (а), ядре (б) и оболочках (в)

При температурной обработке от 20 до 200 °C суммарная массовая доля исследуемых катионов зерна увеличилась в 1,3 раза, ядра в 1,3 раза, оболочек в 1,4 раза.

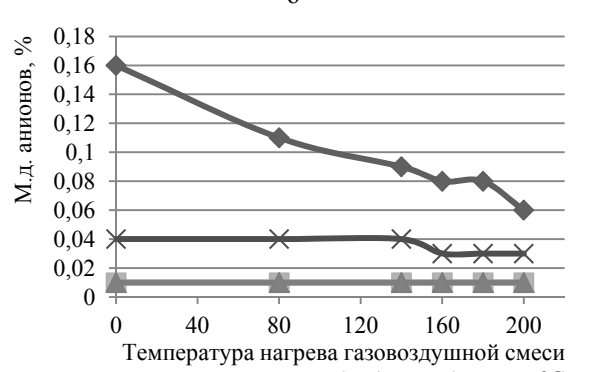
Из представленных данных следует, что с увеличением температуры обработки гречихи м.д. анионов фосфора в зерне уменьшилась в 1,5 раза, в ядре в 1,6 раза, в оболочке в 2,0 раза; м.д. серы в зерне, ядре и оболочке не изменилась; м.д. хлорид-ионов в зерне, ядре и оболочке не изменилась; м.д.



а



б



в

Рис. 3. Показатели м.д. анионов при изменении температуры обработки в зерне (а), ядре (б) и оболочках (в)

в зерне нитрат-ионов уменьшилась в 1,5 раза, в ядре в 1,7 раза, в оболочке в 1,3 раза.

Суммарная массовая доля исследуемых анионов в исследуемом диапазоне температур в зерне уменьшилась в 1,4 раза, в ядре в 1,5 раза, в оболочке в 2,0 раза.

Полученные результаты исследования минерального состава образцов из зерна, собранного весной после схода снега, позволяют утверждать о том, что динамика изменения катионов и анионов исследуе-

мых образцов при различной температурной обработке подобна изменениям катионов и анионов в образцах зерна, собранного осенью (прошедшее послеуборочную обработку и хранившееся в надлежащем состоянии) [9]. Сравнительные показатели массовой доли анионов и катионов зерна, ядра и оболочек, убранных весной после схода снега, и осеннего урожая без термообработки и с максимально используемой в исследованиях температурой газовой смеси представлены в табл. 3.

Таблица 3

Массовая доля катионов и анионов зерна, ядра и оболочек урожая гречихи, убранных весной после схода снега, и осеннего

Показатели	Зерно, убранное весной после схода снега		Зерно, убранное осенью	
	м.д. катионов, %	м.д. анионов, %	м.д. катионов, %	м.д. анионов, %
Без термообработки				
зерно	0,78	0,26	1,13	0,28
ядро	0,89	0,28	1,13	0,27
оболочка	0,77	0,22	1,03	0,24
После обработки при T = 200 °C				
зерно	1,05	0,18	1,57	0,21
ядро	1,21	0,18	1,58	0,19
оболочка	1,03	0,11	1,52	0,14

Анализ представленных результатов позволяет утверждать, что м.д. катионов и анионов в зерне, ядре и оболочке «весеннего» урожая до и после температурной обработки значительно меньше аналогичных показателей «осеннего» урожая. Такие различия, возможно, связаны с тем, что зерно является живым организмом, в результате биохимических процессов, происходящих при хранении под снегом, где температура зерна может составлять 0–10 °C, совместное действие конвекционных потоков и диффузия влаги приводят к постепенному вымыванию и потере минеральных веществ в составных элементах зерна гречихи (ядре, оболочке). Охлаждение зерна гречихи до температуры минус 10 °C может приводить к кристаллизации воды и разрыхлению структуры ядра (о чем свидетельствует снижение плотности зерна «весеннего» урожая).

На основании полученных результатов можно предположить, что изменение температуры обработки приводит к изменению м.д. катионов и анионов в зерне, ядре и оболочке. Полученные в результате экспериментальных исследований данные показали, что наибольшие отклонения катионов и анионов соответствуют температуре воздушной смеси начиная со 140 °C, когда температура нагрева образцов составляет 70 °C и выше. Возможно, изменение м.д. катионов и анионов исследованных образцов в указанных температурах связано с разрушением химических

связей минеральных веществ с белками, углеводами, жирами и ферментами.

Количественная оценка изменения м.д. катионов и анионов показывает, что максимальное суммарное изменение исследуемых катионов наблюдалось в оболочках: массовая доля увеличилась в 1,4 раза и составила 1,03 %; суммарное изменение анионов наблюдалось также в оболочках: их массовая доля увеличилась в 2,0 раза и составила 0,11 %.

Полученные данные можно интерпретировать следующим механизмом. В результате гидролитической обработки поверхность зерна и его составляющих увеличивается. При этом возрастает адсорбционная емкость и ионообменные свойства. Можно предположить, что катионы связаны более прочно, чем анионы, которые в процессе хранения удаляются с поверхности ядра и оболочки.

В ионообменных системах ионный обмен связан с переносом воды, окислительно-восстановительными реакциями, сопровождается гидролизом, что может приводить к повышению кислотности.

Сравнение показателей кислотности и кислотного числа жира (КЧЖ) зерна «осеннего» и «весеннего» урожая представлено в табл. 4.

Таблица 4

Показатели кислотности и кислотного числа жира (КЧЖ) зерна «осеннего» и «весеннего» урожая

Наименование	Зерно «осеннего» урожая	Зерно «весеннего» урожая	Зерно согласно ГОСТ Р 56105-2014
Кислотность, град	3,4	4,1	Не более 4,0
КЧЖ, мг КОН/г	5,0	17,3	–

Из представленных данных следует, что у зерна «весеннего» урожая показатели кислотности и КЧЖ превышают аналогичные показатели «осеннего» урожая. Возможно, такие различия показателей связаны с протекающими гидролитическими процессами расщепления жира вследствие хранения зерна под снегом, что не противоречит ранее полученным результатам [10–12].

Из представленных данных следует, что зерно «весеннего» урожая и его продукты переработки должны иметь ограниченный срок годности.

Таким образом, проведенные исследования позволяют утверждать, что обработка зерна в указанном диапазоне температур приводит к изменению доступности минеральных веществ. Динамика изменения минеральных веществ в зерне, ядре и оболочках «осеннего» и «весеннего» урожая идентична. Минеральный состав зерна весеннего урожая обеднен по сравнению с зерном осеннего урожая, что должно учитываться при его применении.

Список литературы

1. Скурихин, И.М. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания / И.М. Скурихин, В.А. Тутельян. – М.: ДеЛи, 2008. – 276 с.
2. Зверев, С.В. Физические свойства зерна и продуктов его переработки / С.В. Зверев, Н.С. Зверева. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 176 с.
3. Важов, В.М. Резервы производства гречихи в Алтайском крае / В.М. Важов, С.В. Важов, Т.И. Важова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 2–3(44). – С. 91–94.
4. 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.
5. Влияние гидротермической обработки на проросшие зерна гречихи / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин, Н.В. Бычин, К.С. Барабошкин // Хлебопродукты. – 2014. – № 5. – С. 44–46.
6. Марьин, В.А. Товароведная оценка зерна гречихи, убранного из-под снега / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин, Л.Л. Борина // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 1(135). – С. 143–147.
7. Влияние параметров ГТО на деминерализацию зерна гречихи / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин, К.С. Барабошкин, Р.Б. Ермаков // Хлебопродукты. – 2014. – № 10. – С. 59–61.
8. Yun Deng, Olga Padilla-Zakour, Yanyun Zhao, Shishi Tao / 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, Volume 8, Issue 11, pp. 2235-2245. DOI 10.1007/s11947-015-1578-9.
9. Марьин, В.А. Влияние температурной обработки на доступность минеральной составляющей зерна гречихи, ядра, и оболочки / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин // Техника и технология пищевых производств. – 2014. – № 3(34). – С. 58–63.
10. J. Derek Bewley, Kent J. Bradford, Henk W. M. Hilhorst, Hiro Nonogaki Mobilization of Stored Reserves / Seeds. Physiology of Development, Germination and Dormancy, 3rd Edition Springer New York 2013, pp 183–246.
11. Katleen J. R. Vallons • Elke K. Arendt Effects of high pressure and temperature on buckwheat starch characteristics // Eur Food Res Technol. (2009) 230:343–351. DOI 10.1007/s00217-009-1172-3.
12. Wioletta Błaszczak, Danuta Zielińska, Henryk Zieliński, Dorota Szawara-Nowak & Józef Fornal / Antioxidant Properties and Rutin Content of High Pressure-Treated Raw and Roasted Buckwheat Groats // Food Bioprocess Technol. (2013) 6:92–100. DOI 10.1007/s11947-011-0669-5.

EFFECT OF TREATMENT TEMPERATURE ON MINERAL COMPOSITION OF BUCKWHEAT WINTERED UNDER SNOW

V.A. Marin*, A.L. Vereshchagin, R.V. Ashcheulov

¹*Biysk Technological Institute (branch),
Altai State Technical University named after I.I. Polzunova,
27, Trophimova Str., Biysk, 659305, Russia*

²*“Biysk Combine of Bakeries” OJSC,
2/1, Trophimova Str., Biysk, 659441, Russia*

*e-mail: tehbiysk@mail.ru

Received: 11.04.2016

Accepted: 30.06.2016

At present, relevant is the task of providing the population with food which would ensure human requirements for vitamins, minerals and other biologically active components. Crop products including buckwheat, which is an important supplier of minerals and other nutrients, play an important role. The quality of grain wintered under snow is very different from grain harvested in autumn. Therefore, it is advisable to study quality indices of buckwheat harvested in spring and used to produce buckwheat cereals including a change in its mineral composition at the stage of heat treatment. The results of the research on mineral composition of the samples of grain harvested in spring after thawing of snow suggest that the dynamics of changes of cations and anions of the samples at different temperature processing is similar to such changes of ppm of cations and anions in the grain samples harvested in autumn. The largest deviations of cations and anions correspond to air mixture temperature ranging from 140°C when the heating temperature of samples is 70°C or higher. Quantitative estimation of changes of ppm of cations and anions shows that the maximum total change of the studied cations is observed in shells: the mass fraction increases by 1.4 times and amounts to 1.03%, the total change of anions is also observed in the shells: their mass fraction decreases 2.0 times and amounts to 0.11%. Perhaps these changes are associated with redox reactions which are accompanied by hydrolysis. It can be assumed that cations are more strongly bound than anions are and which are removed from the surface of the core and the shell during storage. It has been established that the mineral composition of the grain harvested in spring is not as rich as that in grain harvested in autumn.

Buckwheat grain, spring harvesting, autumn harvesting, cations, anions, temperature, mineral content, kernel, shell

References

1. Skurihin I.M., Tutelyan V.A. *Tablitsy khimicheskogo sostava i kalorijnosti rossiyskikh produktov pitaniya* [Tables of a chemical composition and calorific content of the Russian food]. Moscow, DeLi print, 2008. 276 p.
2. Zverev S.V., Zvereva N.S. *Fizicheskie svoystva zerna i produktov ego pererabotki* [Physical properties of grain and products of its conversion]. Moscow, DeLi print, 2007. 176 p.
3. Vazhov V.M., Vazhov S.V., Vazhova T.I. Rezervy proizvodstva grechikhi v Altayskom krae [Buckwheat production reserves in the altai region]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International Research Journal], 2016, no. 2–3 (44), pp. 91–94.
4. 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, no. 39–41.
5. Mar'in V.A., Vereshchagin A.L., Bychin N.V., Baraboshkin K.S. Vliyanie gidrotermicheskoy obrabotki na prorosshie zerna grechikhi [Influence of hydrothermal treatment on a sprouted buckwheat grain]. *Khleboprodukty* [Bread products], 2014, no. 5, pp. 44–46.
6. Mar'in V.A., Vereshchagin A.L., Borina L.L. Tovarovednaya otsenka zerna grechikhi, ubrannogo iz-pod snega [Trade evaluation of buckwheat grain harvested from under the snow]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai State Agricultural University], 2016, no. 1 (135), pp. 143–147.
7. Mar'in V.A., Vereshchagin A.L., Baraboshkin K.S., Ermakov R.B. Vliyanie parametrov GTO na demineralizatsiyu zerna grechikhi [The influence of parameters of the hydrothermal processing on the demineralization of buckwheat grain]. *Khleboprodukty* [Bread products], 2014, no. 10, pp. 59–61.
8. Yun Deng, Olga Padilla-Zakour, Yanyun Zhao, Shishi Tao. 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.
9. Mar'in V.A., Vereshchagin A.L. Vliyanie temperaturnoy obrabotki na dostupnost' mineral'noy sostavlyayushchey zerna grechikhi, yadra, i obolochki [The influence of heat treatment on the availability of mineral component of buckwheat grain, kernel and shell]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Food Processing: Techniques and Technology], 2014, no. 3(34), pp. 58–63.
10. J. Derek Bewley, Kent J. Bradford, Henk W. M. Hilhorst, Hiro Nonogaki. *Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy*, 3rd Edition. Springer New York, 2013. 392 p. DOI: 10.1007/978-1-4614-4693-4.
11. Katleen J. R. Vallons, Elke K. Arendt. Effects of high pressure and temperature on buckwheat starch characteristics. *Eur Food Res Technol*, 2009, no. 230, pp. 343–351.
12. Wioletta Błaszczak, Danuta Zielińska, Henryk Zieliński, Dorota Szawara-Nowak & Józef Fornal. Antioxidant Properties and Rutin Content of High Pressure-Treated Raw and Roasted Buckwheat Groats. *Food Bioprocess Technol.*, 2013, no. 6, pp. 92–100. DOI: 10.1007/s11947-011-0669-5.

Дополнительная информация / Additional Information

Марьин, В.А. Влияние температуры обработки на минеральный состав зерна гречихи, перезимовавшей под снегом / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин, Р.В. Ащеулов // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – Т. 42. – № 3. – С. 31–37.

Mar'in V.A., Vereshchagin A.L., Ashcheulov R.V. Effect of treatment temperature on mineral composition of buckwheat wintered under snow. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2016, vol. 42, no. 3, pp. 31–37. (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

Ащеулов Роман Владимирович

исполнительный директор, ОАО «Бийский комбинат хлебопродуктов», 659311, Россия, г. Бийск, ул. Трофимова, 2/1, тел.: +7 (3854) 25-24-50, e-mail: arv9995@mail.ru

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

Roman V. Ashcheulov

Director, “Biysk Combine of Bakeries” OJSC, 2/1, Trophimova Str., Biysk, 659441, Russia, phone: +7 (3854) 25-24-50, e-mail: arv9995@mail.ru

