

РАЗДЕЛ 1. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

УДК 664.788.8 (045)

ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА ОВСА НА ЕГО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

В.А. Марьин, А.Н. Блазнов, Р.Б. Ермаков, И.Н. Павлов

Актуальность работы заключается в исследовании гидротермической обработки зерна различных крупяных культур в пропаривателе непрерывного действия. Целью работы является исследование влияния температурной обработки на физико-химические свойства зерна овса и сравнение с зерном гречихи. Исследуемые образцы зерна овса и гречихи обрабатывали перегретым паром при температуре 80–200 °С в течение 8 минут и определяли температуру нагрева зерна. Выявлено, что в сравнении с зерном гречихи, температура нагрева зерна овса на 2-3 °С ниже, при одинаковых условиях обработки. Для зерна овса и гречихи после всех режимов обработки определены 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. Выявлено, что в результате обработки зерна овса в исследованном диапазоне температур с увеличением температуры обработки уменьшается массовая доля влаги на 17 %, массовая доля определяемого жира увеличивается на 17 %, возможно вследствие гидролиза и окисления при высокой температуре, массовая доля белка увеличивается на 9,5 %. Массовая доля зольности и пищевых волокон зерна овса при увеличении температуры обработки не изменяется. В гречихе массовая доля влаги в результате тепловой обработки снизилась на 17,8 %, массовая доля белков уменьшилась на 7,6 %, массовая доля жиров увеличилась на 14,2 %, углеводов – на 6 %. На основании экспериментальных данных, рекомендована оптимальная температура гидротермической обработки в пропаривателе непрерывного действия в диапазоне 120-140 °С при времени обработки зерна до 8 минут.

Ключевые слова: пропариватель непрерывного действия, гидротермическая обработка, зерно, овес, гречиха, физико-химический состав

ВВЕДЕНИЕ

Зерно овса имеет большое значение в питании человека: оно больше, чем другие злаки, содержит жиров, витаминов, богато белком, крахмалом, щелочными солями, камедами, эфирными маслами, холинами и другими полезнейшими веществами [1]. Вышеуказанные свойства определили широкое использование овса в медицине, пищевой промышленности и парфюмерии.

Белок, углеводы, липиды, витамины и другие биологически активные соединения определяют питательную ценность зерна. Химические вещества в зерне распределены в различных частях семени неравномерно и их содержание зависит от сорта, условий произрастания, агротехники, условий уборки, хранения зерна и т.д.

Опыт работы и проведенные исследования доказывают, что гидротермическая обработка (ГТО) зерна перед шелушением улучшает его технологические свойства, питательную ценность и потребительские достоинства вырабатываемой из этого зерна крупы, при этом увеличивается выход целого ядра, а дробленого уменьшается. Однако ис-

пользование температурной обработки может приводить к изменению структурно-механических и физико-химических свойств зерна.

Кроме того, использование ГТО может повышать и биологическую ценность готового продукта, сохраняя витамины и минеральные вещества, присутствующие в верхних слоях ядра. Эти вещества обычно теряются в результате шелушения, однако при нагревании и увлажнении значительная часть нутриентов мигрирует с периферийных цветочных оболочек в ядро [2].

Выбор способа ГТО зависит от строения зерна, ассортимента продукции, воздействия режима обработки на изменение внешнего вида крупы и т.д. Наиболее распространенным способом ГТО является использование пропаривания, сушки и охлаждения. Его применяют при переработке гречихи, овса и гороха. Особенность его заключается в высокой (более 100°С) температуре нагрева зерна. Пропаривание производят при избыточном давлении, которое может достигать 0,6

ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА ОВСА НА ЕГО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

МПа, а температура теплоносителя для сушки зерна - до 140 °С.

Так как потребление продуктов переработки зерна овса в последние годы непрерывно увеличивается (что обусловлено тем, что по пищевой ценности овес во многих отношениях превосходит другие зерновые культуры [3]), актуальным является исследование влияния гидротермической обработки на его физико-химические свойства.

Целью настоящей работы является исследование влияния гидротермической обработки на физико-химические свойства зерна овса и сравнение с результатами обработки гречихи, полученными ранее.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В работе использовали партии зерна овса «Корифей», собранного в 2017 году в предгорной части Алтайского края. Благодаря высокому потенциалу продуктивности (низкой пленчатости и высокому содержанию ядра), сорт получил широкое распространение во всех районах края.

Все исследования проводились в 3 – 4-кратной повторяемости. В экспериментальной части приведены средние значения показателей. В качестве сравнения используются аналогичные показатели зерна гречихи.

Партии зерна овса, из которых отбирали образцы для исследований, по показателям качества и безопасности соответствовали требованиям нормативной документации.

Для исследования влияния гидротермической обработки на физико-химические свойства зерна овса использовалось зерно овса с показателями качества, представленными в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели качества зерна овса, используемого для исследования

Показатели качества зерна	Качество зерна по требованиям нормативной документации ГОСТ 28673-90 [4]	Фактическое качество зерна
Влажность, %	не более 13,5	13,2–14,6
Натура, г/л	не менее 520	520–552
Массовая доля ядра, %	63,0	61,8–65,5
Массовая доля лузги, %	не нормируется	26,6–29,2
Сорная примесь, %	не более 3,0	1,9–3,0
Зерновая примесь, %	не более 7,0	4,6–6,5

Анализ таблицы 1 позволяет утверждать, что зерно соответствует требованиям нормативной документации и может быть использовано для исследований и выработки готового продукта.

Для исследования влияния гидротермической обработки на физико-химические свойства зерна овса была предложена технологическая схема, в которой используется пропариватель непрерывного действия [5]. Технологический процесс обработки зерна в таком пропаривателе обеспечивает предварительный подогрев, пропаривание и сушку зерна в одном аппарате в режиме непрерывного действия.

В соответствии с принятой технологией, глубина гидротермической обработки зерна может регулироваться за счет изменения температуры пара, степени заполнения пропаривателя и оборотов вала ворошителя с расположенными на нем пластинами разгрузочного устройства. Конструкция пропаривателя обеспечивает возможность проведения ГТО зерна при различных влажностно-тепловых режимах [6].

Особенности и условия работы лабораторной установки по термообработке зерна представлены в работах [7, 8].

В работе представлены результаты обработки зерна овса, при которой температура его нагрева изменялась от 20 до 92 °С, что не противоречит технологическому регламенту и позволяет получить готовую продукцию по качеству, отвечающую требованиям нормативной документации.

Параметрами, которые определяют режимы обработки зерна в указанной установке, являются температура газовой смеси и продолжительность обработки. Общее время температурной обработки зерна во всех испытаниях составляла 8 мин, температура газовой смеси, при которой обрабатывалось зерно, изменялась от 20 до 200 °С. Указанный диапазон исследуемых температур определен техническими параметрами применяемого оборудования, технологическими режимами обработки зерна [9] и органолептическими параметрами крупы овсяной.

В соответствии с указанными режимами обработки, были исследованы шесть образцов зерна овса, полученные на лабораторной установке. Параметры гидротермической обработки и температура нагрева зерна овса представлены в таблице 2. Здесь же для сравнения приведены данные по нагреву зерна гречихи, полученные в работе [9].

Как следует из таблицы 2, при увеличении температуры теплоносителя, возрастает температура нагрева зерна. Температура нагрева зерна овса и гречихи при одинаковых условиях разная, как следует из данных таблицы 2. Зерно овса нагревается на 2-3 °С ни-

же, чем гречихи, при одинаковых условиях.

Под общим временем обработки подразумевается время нахождения зерна в пропаривателе от момента загрузки до момента его выгрузки.

Таблица 2 – Параметры гидротермической обработки исследуемых образцов

№ п/п	Режим обработки зерна	Температура ГВС, °С	Температура нагрева зерна овса, °С	Температура нагрева зерна гречихи, °С	Общее время ГТО, мин
1	Без термообработки	0	20	20	0
2	Нагрев ГВС	80	42	45	8
3	Нагрев ГВС	140	63	65	8
4	Нагрев ГВС	160	72	75	8
5	Нагрев ГВС	180	81	82	8
6	Нагрев ГВС	200	92	95	8

Примечание: сокращение ГВС – газозвоздушная смесь

Для определения возможного влияния параметров ГТО на изменение физико-химического состава зерна овса в исследуемых образцах, были определены следующие показатели согласно нормативным требованиям: 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. Все исследования проводили в Бийском технологическом институ-

те. Физико-химические показатели зерна овса, обработанного при различных температурных режимах в пропаривателе непрерывного действия, представлены в таблице 3. Для сравнения в таблице 3 приведены результаты исследований физико-химического состава зерна гречихи, обработанной в тех же условиях, по данным работы [9] (взяты средние значения определяемых показателей).

Таблица 3 – Физико-химический состав зерна овса и гречихи, обработанных при различных температурных режимах

№ п/п	Массовая доля показателей для зерна овса, % / Массовая доля показателей для зерна гречихи, %					
	Влажность	Белки	Углеводы	Пищевые волокна	Жиры	Зольность
1	13,5 / 14,0	11,5 / 13,1	56,0 / 58,2	12,2 / 10,4	4,1 / 2,1	2,7 / 2,1
2	12,9 / 13,3	11,8 / 13,0	56,2 / 58,9	12,1 / 10,5	4,2 / 2,2	2,8 / 2,0
3	12,6 / 12,9	12,1 / 12,9	56,3 / 59,5	12,0 / 10,3	4,3 / 2,3	2,7 / 2,1
4	12,2 / 12,4	12,2 / 12,5	56,4 / 60,0	12,1 / 10,6	4,4 / 2,2	2,8 / 2,2
5	11,6 / 11,8	12,4 / 12,3	56,4 / 61,0	12,3 / 10,5	4,6 / 2,3	2,7 / 2,1
6	11,2 / 11,5	12,6 / 12,1	56,5 / 61,7	12,1 / 10,5	4,8 / 2,4	2,8 / 2,0

Анализ таблицы 3 позволяет утверждать, что в результате обработки зерна овса в исследованном диапазоне температур с увеличением температуры обработки уменьшается массовая доля влаги на 17 %, массовая доля определяемого жира увеличивается на 17 %, возможно вследствие гидролиза и окисления при высокой температуре, увеличение массовой доли белка на 9,5 %. Массовая доля зольности и пищевых волокон зерна при увеличении температуры обработки не изменяется, что

не противоречит ранее проведенным исследованиям [9]. В гречихе массовая доля влаги в результате тепловой обработки снизилась на 17,8 %, массовая доля белков уменьшилась на 7,6 %, массовая доля жиров увеличилась на 14,2 %, углеводов – на 6 %. Массовая доля белка овса при увеличении температуры обработки в отличие от зерна гречихи увеличивается, возможно, такое различие связано с тепловой денатурацией белка, которая характерна для двух групп белков, альбуминов и глобулинов, при этом

ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА ОВСА НА ЕГО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

необходимо отметить, что по фракционному составу белок овса значительно отличается от зерна гречихи. Преобладающими фракциями у овса являются глютелины, проламины и глобулины у гречихи глобулины и альбумины.

В сравнении с зерном гречихи, в овсе содержится большее количество пищевых волокон и жиров и меньше углеводов, при сопоставимом количестве белка. Анализ таблиц 2 и 3 позволяет сделать вывод, что зерно разных крупяных культур по-разному реагирует на тепловые режимы обработки. Такие изменения возможно связаны с разной структурой зерна овса и гречихи. В целом из условия сохранения витаминов и допустимом нагреве зерна 60 °С, для обработки гречихи и овса можно рекомендовать режим ГТО с температурой нагрева газовой смеси до 140 °С в течение 8 минут.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, гидротермическая обработка зерна овса в исследованном температурном диапазоне при использовании пропаривателя непрерывного действия приводит к изменению его физико-химического состава. Чем выше температура газовой смеси, тем более интенсивно протекает процесс гидротермической обработки в пропаривателе. С целью сохранения питательных свойств и витаминов зерна овса рекомендуется нагрев его в процессе гидротермической обработки и сушки не выше 60 °С, что обеспечивается при температуре газовой смеси не выше 140 °С в исследованном нами временном режиме. Результаты исследований согласуются с данными, полученными при обработке зерна гречихи в тех же режимах. На основании результатов выполненных экспериментов, может быть рекомендована оптимальная температура для гидротермической обработки зерна овса и гречихи в пропаривателе непрерывного действия, в диапазоне 120-140 °С при времени обработки зерна до 8 минут.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Алтайского края в рамках научного проекта «Научно-методические основы технологии непрерывной гидротермической обработки зерна» № 17-48-220378-р_а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Химический состав российских пищевых продуктов / Под ред. членкор. МАИ проф. И.М.

Скурихина и акад. РАН проф. В.А. Тутельяна. - М.: ДеЛи принт, 2008. - 276 с.

2. Sedej, I., Sakač, M., Mandić, A., Mišan, A., Tumbas, V. and Čanadanović-Brunet, J. (2012), Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) Grain and Fractions: Antioxidant Compounds and Activities. *Journal of Food Science*, 77: C954–C959. doi: 10.1111/j.1750-3841.2012.02867.x

3. Хосни Р.К. Зерно, зернопереработка / К.Р.Хосни; пер.с англ.под.общ.ред. Н.П. Черняева. – СПб: Профессия, 2006. – 336с., ил – (Серия; Научные основы и технологии).

4. ГОСТ 28673-90 Овес Требования при заготовках и поставках. – М.: Стандартиформ, 2010. – С. 34-40

5. Пат. РФ № 2555142. Способ гидротермической обработки зерна и пропариватель для гидротермической обработки зерна / Р. Б. Ермаков, А.Н. Блазнов, В.А. Марьин. Заявл. 09.01.2014, № 2014100659/13; опубл. 10.07.2015, бюл. № 19.

6. Ревякин П.С. Технология и оборудование гидротермической обработки зерна в непрерывном режиме / П.С. Ревякин, И.Н. Павлов, В.А. Марьин, А.Н. Блазнов, Р.Б. Ермаков – В сборнике: Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности. Материалы X Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием. – 2017. – С. 483-489.

7. Ермаков, Р.Б. Экспериментальное исследование процесса непрерывного пропаривания зерна гречихи / Р.Б. Ермаков, В.А. Марьин, А.Н. Блазнов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 3 (113). – С. 114-119.

8. Павлов, И.Н. Экспериментальная установка для исследования процесса непрерывного пропаривания зерна / И.Н. Павлов, П.С. Ревякин, А.Н. Блазнов, Р.Б. Ермаков, В.А. Марьин // Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием (20-22 мая 2015 г., г. Бийск). – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2015. – С. 511-513.

9. Марьин В.А. Влияние параметров обработки на физико-химические состав зерна гречихи / В.А. Марьин, А.Н. Блазнов, Р.Б. Ермаков, И.Н. Павлов – Южно-Сибирский научный вестник. – 2015. – № 4 (12). С.56-59.

Марьин Василий Александрович – к.т.н., доцент, Бийский технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова», e-mail: tehbiysk@mail.ru

Блазнов Алексей Николаевич – д.т.н., доцент, профессор кафедры Машины и ап-

параты химических и пищевых производств Бийского технологического института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова».), (3854) 43-52-99, blaznov74@mail.ru

Ермаков Роман Борисович – соискатель, Бийский технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государ-

ственный технический университет имени И.И. Ползунова», e-mail: hpp@abroiler.ru

Павлов Игорь Николаевич – к.т.н., доцент, доцент кафедры Машины и аппараты химических и пищевых производств Бийского технологического института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова».), (3854) 43-52-99, rawlow-in@mail.r