УДК 664.87:633.12(051)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ ИЗ ГРЕЧНЕВОЙ КРУПЫ

Technological Production Aspects
of the Food Concentrates Made of Buckwheat

Борцова Е.Л.
Bortsova E.L.

Реферат

Потребительские запросы на продукты переработки круп находятся в стадии роста. Однако накладываются определенные ограничения на технологию переработки круп, которые обусловлены потребительскими требованиями к полноценности и полезности, а также к затратам времени на приготовление. Представлен обзор технологий обработки круп и основных параметров процесса изготовления пищевого концентрата. Технологический процесс производства пищевого концентрата из гречневой крупы включает в себя следующие этапы: гидротермическая обработка, быстрое («шоковое») замораживание, процесс инфракрасной сушки. Описаны физико-химические изменения гречневой крупы на этапах гидротермической обработки, а именно изменения эндосперма, крахмала и белка. Уточнены оптимальные параметры быстрого замораживания; описаны физико-химические процессы, характерные для данного технологического этапа. Представлены результаты процесса инфракрасной сушки, также направленного на разрушение крахмального зерна методом декстринизации. Все три исследованных процесса служат получению оптимального качества пищевого концентрата из гречневой крупы. Готовый пищевой концентрат из гречневой крупы изучен по физико-химическим показателям качества: клейстеризация, декстринизация, общая (титруемая) кислотность. Установлено, что наибольшая степень декстринизации характеризует образец по предлагаемой авторами технологии, а наименьшая – исходный; меньшая клейстеризация характерна также для образца по предлагаемой авторами технологии, а наименьшая – для исходного; значения общей (титруемой) кислотности опытных образцов № 2 и 3, полученных в рамках экспериментальной части изучения, уменьшаются в 1,4 раза по сравнению с исходным образцом № 1. Сравнение образцов по физико-химическим показателям качества подтверждает гипотезу о достоинствах предлагаемой технологии изготовления пищевых концентратов из гречневой крупы.

Abstract

The development of consumer requests for grain processing products is at the stage of growth. However, there are certain restrictions imposed on the cereals processing technology due to consumer requirements for the adequacy and usefulness, as well as the time costs for cooking. The paper contains technologies review of cereals processing and the main process parameters of the food concentrate production. The technological manufacture process of the buckwheat food concentrate includes the following stages: hydrothermal treatment, fast (shock) freezing, infrared drying. The authors describe physical and chemical buckwheat changes at the hydrothermal treatment stages, especially changes in endosperm, starch and protein; specify the optimal parameters of rap-

Ключевые слова:

*гречневая крупа;
пищевой концентрат;
гидротермическая
обработка;
быстрое
замораживание;
инфракрасная сушка*

Keywords:

*buckwheat;
food concentrate;
hydrothermal treatment;
fast freezing;
infrared drying*

id freezing; characterize physical and chemical processes typical for this technological stage; present the results of the infrared drying process, also aimed at the starch grains destruction by the dextrinization method. All three studied processes enable to obtain the optimal quality of the buckwheat food concentrate. The researchers studied a ready-made buckwheat food concentrate from by physical and chemical quality indicators: gelatinization, dextrinization, total (titrated) acidity. They have found that the highest dextrinization degree as well as less gelatinization is in the sample produced according to the proposed technology, and the lowest – in the initial one; the total (titrated) acidity value in the experimental samples № 2 and № 3 obtained in the experimental part of the study are lower by 1.4 times compared with the initial sample № 1. Samples comparison of physical and chemical quality indicators confirms the hypothesis about the advantages of the proposed production technology of the food concentrates from buckwheat.

Введение

Современный контекст потребительского поведения на этапе выбора пищевых продуктов обусловлен рядом факторов, среди которых, по мнению автора, наиболее важными являются: полноценность и полезность, а также время, затрачиваемое на приготовление. Указанные характеристики продуктов важны как для жителей крупных мегаполисов, так и для людей, которые оказались в экстремальных ситуациях [4].

Анализируя общую направленность системы питания, можно отметить, что сегодня наблюдается неизменное увеличение в рационе россиянина круп и крупяных продуктов, требующих минимального кулинарного воздействия, обеспечивающего их дальнейшую пригодность к употреблению, либо вообще не требующих его.

В настоящее время разработаны технологические режимы производства трех видов круп, не требующих варки: перловой, гречневой и пшеничной. Гидротермическая обработка круп производится в следующих режимах: давление пара в варочном аппарате – 0,17...0,21 МПа; продолжительность варки – 28–47 мин. Влажность гидротермически обработанной крупы варьирует в пределах 32–38 % [12].

Крупяные концентраты выпускаются в законченном товарном и потребительском виде. Производство пищевых концентратов на основе крупяного сырья организуют в местах непосредственного выращивания крупяных культур и зернобобовых, так как срок хранения в специальной упаковке подобных продуктов составляет около одного года, в зависимости от вида вырабатываемой продукции [6].

Технические возможности производства варёно-сушёных круп находятся на этапе активного роста и обновления. После апробирования и детального изучения данного вопроса основные стадии и параметры технологического процесса изменились, вследствие чего данная линия обработки становится более совершенной.

Цель исследования

В свете активного развития и совершенствования технологических процессов производства пищевых концентратных смесей с повышенными потребительскими и кулинарными свойствами представляется важным на примере гречневой крупы разработать технологический процесс и оценить показатели качества пищевого концентрата из гречневой крупы.

Современные исследования доказывают, что гидратация крупы, осуществляемая в варочном аппарате под давлением, не приводит к оптимальному разрыхлению эндосперма крупинки, а наилучшие характеристики поглощения воды крупой и процессов деформации запасующей ткани существуют в условиях гидратации при атмосферном давлении.

Процесс гидротермической обработки и варки круп можно охарактеризовать как сложное физико-химическое и структурно-механическое изменение веществ, обусловленное качественным преобразованием продукта и сопровождаемое нестационарным переносом теплоты и влаги. Гидротермическая обработка круп – предварительная стадия варки, отличающаяся меньшей глубиной изменения крахмала, белка и других веществ, определяющих качественное состояние продукта [5].

Материалы и методы исследования

Технологический процесс изготовления пищевого концентрата из гречневой крупы состоит из последовательных этапов: гидротермическая обработка; быстрое («шоковое») замораживание; процесс инфракрасной сушки.

Количество воды, поглощаемой крупой в процессе гидротермической обработки, достигает 15–27 % на сухую массу образца. Подобные изменения обусловлены набуханием белков, растительных гомо- и гетерополисахаридов и некоторой части крахмала. Данные процессы обеспечивают изменение объема и массы греч-

невой крупы, заданные показатели увеличиваются на 23–27 %. В зависимости от продолжительности промывания и структурного строения ядер крупы количество воды, поглощаемой ею, бывает разным [1].

Физико-химические и структурно-механические изменения в процессе гидротермической обработки характеризуются деструкцией клеточных стенок, структурным разрыхлением эндосперма вследствие набухания и клейстеризации крахмала, что приводит к интенсивному размягчению гречневой крупы.

Для крахмала готовых каш характерны и полная клейстеризация, и необходимое для легкого разжевывания снижение степени механической прочности клеточной структуры эндосперма и остатков его наружного слоя.

Продолжительность гидротермической обработки крупы зависит от структуры эндосперма, крахмальных зерен, а также соединений белковой природы.

Для ядер круп с мучнистым эндоспермом характерно более быстрое проникновение воды по сравнению с ядрами стекловидных структур ввиду наличия воздушных прослоек.

Размер крахмальных зерен, скорость набухания в процессе клейстеризации также находятся в прямой зависимости от времени тепловой обработки [2; 7; 11].

После гидротермической обработки и теплового воздействия испытуемый образец поступает на последующую стадию технологического процесса – быстрое («шоковое») замораживание. «Шоковая» заморозка предполагает переход большей части воды, содержащейся в испытуемых образцах, из жидкого состояния в кристаллическое; при этом образуется достаточное количество центров кристаллизации, которые определяют возникновение мелких кристаллов льда, однородно распределенных в клетке крупы. В процессе дальнейшего восстановления исходные свойства быстрозамороженных продуктов легко восстанавливаются без существенных отклонений от нативных, исходных показателей качества.

Быстрое замораживание регламентируется параметрами процесса от +85 °C до –18 °C менее чем за 2 ч. Такие режимы позволяют замедлить нежелательные физико-химические процессы неферментативного характера, которые присущи традиционному замораживанию: деструкцию белковых соединений; окисление жиров и жироподобных органических веществ, полифенолов; разрушение низкомолекулярных органических соединений – витаминов [10].

Следующим этапом технологического процесса производства пищевого концентрата из

гречневой крупы является процесс инфракрасной сушки. В условиях инфракрасного излучения происходят более глубокие изменения углеводного комплекса – термодеструкция крупы, сопровождаемая рядом превращений, определяющих свойства и структуру крахмала.

Начальный этап нагревания крахмала, протекающий при температуре 125–130 °C, характеризуется обезвоживанием с параллельной потерей части связанной и капиллярной воды. Кульминация процесса декстринизации наступает при температуре нагрева выше 130–135 °C и содержании влаги в продукте не более 2,5–3,0 %. Последующее повышение температуры обуславливает ускорение распада полисахаридных молекул – амилозы и амилопектина и сопровождается необратимым отделением воды.

Декстринизация, приводящая к образованию побочных соединений (таких, как углекислый газ, пары воды, окись углерода), связана с разрушением нативной структуры крахмального зерна [3; 8; 9].

Начальный этап термодеструкции сопровождается возрастанием восстанавливающей способности, так как активно протекают реакции расщепления полисахаридов. Дальнейшая декстринизация приводит к интенсифицированию процесса трансклюкозидирования структуры полисахаридов и организации молекул декстрина.

Результаты исследования и их обсуждение

Степень клейстеризации и декстринизации углеводного комплекса существенно влияет на потребительские характеристики пищевого концентрата из гречневой крупы, а также на параметры восстановления.

В рамках лабораторных исследований было изучено изменение степени клейстеризации и декстринизации углеводного комплекса исходного образца и образца, разработанного по новой технологии (рис. 1).

Все образцы, взятые для исследования, имеют разные показатели степени разрушения крахмала до низкомолекулярных соединений – декстринов, что вызвано отличиями в режимах их гидротермической обработки, теплового воздействия и технологии производства в целом. Максимальное количество декстринов наблюдали в образце № 3, полученном согласно выбранной технологии (6,5 %); далее следует образец № 2, разработанный в рамках предварительного процесса опытного производства (6,3 %); степень декстринизации у образца № 4 (гречневые хлопья), реально существующего на рынке, составляет 6,1 %; замыкает цепочку образец № 1 – исходное сырье, используемое в течение всего технологического процесса (1,4 %).

Рис. 1. Изменение степени декстринизации различных образцов исследования, %

При изучении клейстеризации крахмала исследуемых образцов установлено, что наибольшими показателями степени клейстеризации крахмала отличается образец № 3 – 28,6 %; это значение было получено в ходе экспериментальной части исследований. Наименьшая степень клейстеризации крахмала отмечается в образце № 1 – 2,1 %, что объясняется отсутствием его гидротермической обработки (рис. 2).

Далее определяли массовую долю сухих веществ в испытуемых образцах. Установленные значения влажности образцов, обработанные методом математической статистики с указанием доверительного интервала данных исследования, представлены ниже (см. таблицу).

Данные таблицы свидетельствуют, что максимальное значение влаги наблюдается у образца № 1 – исходного сырья, используемого в рамках всего цикла научного эксперимента; значения влажности остальных образцов находятся в пределах 7,6–9,4 %. Стоит отметить, что разработанная последовательность технологического процесса производства пищевых концентратов на основе крупяного сырья привела к снижению показателей влаги в образцах № 2 и 3 в среднем на

21,0 % по сравнению с исходным образцом. Полученные значения влагосодержания не превышали регламентируемых ГОСТ Р 50847-96 «Концентраты пищевые первых и вторых обеденных блюд быстрого приготовления», согласно которому массовая доля влаги в кашах без мясного наполнителя должна составлять не более 10,0 %.

Результаты анализа общей (титруемой) кислотности испытуемых образцов позволили определить ее свежесть и доброкачественность.

Содержание в крупе кислореагирующих веществ – органических и неорганических кислот, белков, жирных кислот – обуславливает нормальное или повышенное значение показателя титруемой кислотности. Гречневая крупа отличается содержанием щавелевой, молочной, яблочной и аконитовых органических кислот.

Показатель общей кислотности крупы, соответствующий показателям качества, колеблется в диапазоне 1–3 °Т. Нарушение условий хранения крупы или параметров технологического процесса в целом может вызывать стремительный рост данного показателя и, как следствие, порчу продукта, что делает его не подлежащим дальнейшей реализации.

Рис. 2. Изменение клейстеризации крахмала различных образцов исследования, %

Влажность исследуемых образцов, %

Исследуемый образец	Влажность при n=4				Влажность, в среднем
	1	2	3	4	
№ 1	11,9	11,9	11,8	11,7	11,9±0,03
№ 2	9,3	9,4	9,4	9,3	9,4±0,02
№ 3	9,1	9,0	9,0	9,1	9,1±0,02
№ 4	7,8	7,6	7,4	7,7	7,6±0,06

Рис. 3. Изменение клейстеризации крахмала различных образцов исследования, %

Результаты исследования показателей общей (титруемой) кислотности схематично представлены на рис. 3.

Данные свидетельствуют о том, что значения общей (титруемой) кислотности опытных образцов № 2 и 3, полученные в рамках экспериментальной части исследования, уменьшаются в 1,4 раза по сравнению с исходным образцом № 1. Последний образец № 4, выбранный для сравнительного анализа, также отличается меньшим значением исследуемого показателя (2,3 °Т).

Полученные результаты предполагают увеличение срока безопасного хранения разработанной пищевой концентратной смеси.

Выводы

Сегодня потребительском рынке представлен широкий ассортимент пищевых концентратов из круп высокой степени готовности. Автором проанализирован опыт производства пищевых концентратов из круп, установлены оптимальные параметры деструкции крахмального зерна. Предложена схема технологического процесса, включающая в себя три этапа: гидротермическая обработка; быстрое («шоковое») замораживание; процесс инфракрасной сушки. В результате формируются отличные потребительские свойства концентратов: более глубокая степень декстринизации и клейстеризации; рекомендуемая влажность; низкая кислотность.

Библиографический список

1. Бохински Р. Современные воззрения в биохимии: пер. с англ. М.: Мир, 2002. 545 с.
2. Вороненицкая С.С., Комаров В.И. Комплексная система управления качеством продукции в пищевой промышленности. М.: Пищевая промышленность, 2010. 165 с.
3. Гинзбург А.С., Громов М.А., Красовская Г.И. Теплофизические характеристики пищевых продуктов. М.: Пищевая промышленность, 2001. 291 с.
4. Гоголева К.А., Борцова Е.Л. Использование органопродукта из семян тыквы в производстве каш быстрого приготовления // Научные основы современного прогресса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Магнитогорск, 8 июня 2016 г.). Магнитогорск: ОМЕГА САЙНС, 2016. С. 24–26.
5. Казаков Е.Д., Карпиленко Г.П. Биохимия зерна и хлебопродуктов. СПб.: ГИОРД, 2010. 500 с.
6. Пищевая химия: учебник / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова и др.; под ред. А.Р. Нечаева. 4-е изд., испр. СПб.: ГИОРД, 2010. 635 с.
7. Пищевые продукты с промежуточной влажностью / под ред. Р. Дэвиса, Г. Берга, К. Паркера. М.: Пищевая промышленность, 2010. 210 с.
8. Покровский А.А. О биологической и пищевой ценности продуктов питания // Вопросы питания. 1975. № 3. С. 25–40.

Bibliography

1. Bohinski R. Sovremennye vozzrenija v biohimii: per. s angl. M.: Mir, 2002. 545 s.
2. Voronenickaja S.S., Komarov V.I. Kompleksnaja sistema upravlenija kachestvom produkci v pishhevoj promyshlennosti. M.: Pishhevaja promyshlennost', 2010. 165 s.
3. Ginzburg A.S., Gromov M.A., Krasovskaja G.I. Teplofizicheskie harakteristiki pishhevyh produktov. M.: Pishhevaja promyshlennost', 2001. 291 s.
4. Gogoleva K.A., Borcova E.L. Ispol'zovanie organoprodukta iz semjan tykvy v proizvodstve kash bystrogo prigotovlenija // Nauchnye osnovy sovremennogo progressa: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Magnitogorsk, 8 ijunja 2016 g.). Magnitogorsk: OMEGA SAJNS, 2016. S. 24–26.
5. Kazakov E.D., Karpilenko G.P. Biohimija zerna i hleboproduktov. SPb.: GIORД, 2010. 500 s.
6. Pishhevaja himija: uchebnik / A.P. Nechaev, S.E. Traubenberг, A.A. Kochetkova i dr.; pod red. A.R. Nechaeva. 4-e izd., ispr. SPb.: GIORД, 2010. 635 s.
7. Pishhevye produkty s promezhutochnoj vlazhnost'ju / pod red. R. Djevisa, G. Berga, K. Parkera. M.: Pishhevaja promyshlennost', 2010. 210 s.
8. Pokrovskij A.A. O biologicheskoi i pishhevoj cennosti produktov pitaniya // Voprosy pitaniya. 1975. № 3. S. 25–40.

9. Рогов И.А., Горбатов А.В. Новые физические методы обработки пищевых продуктов. М.: Пищевая промышленность, 2012. 283 с.
 10. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: справ / под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. М.: ДеЛи принт, 2007. 280 с.
 11. Тишук В.А. Исследование ИК-аппаратов с сilitовыми излучателями: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М.: МИНХ, 2005. 22 с.
 12. Хосни Р.К. Зерно и зернопродукты. Научные основы и технологии: пер. с англ.; под общ. ред. Н.П. Черняева. СПб.: Профессия, 2010. 334 с.
9. Rogov I.A., GorbatoV A.V. Novey fizicheskie metody obrabotki pishhevyh produktov. M.: Pishhevaya promyshlennost', 2012. 283 s.
 10. Tablicy himicheskogo sostava i kalorijnosti rossijskih produktov pitaniya: sprav / pod red. I.M. Skurihina, V.A. Tutel'jana. M.: DeLi print, 2007. 280 s.
 11. Tishhuk V.A. Issledovanie IK-apparatov s silitovymi izluchateljami: avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk. M.: MINH, 2005. 22 s.
 12. Hosni R.K. Zerno i zernoprodukty. Nauchnye osnovy i tehnologii: per. s angl.; pod obshh. red. N.P. Chernjaeva. SPb.: Professija, 2010. 334 s.

**Борцова
Екатерина Леонидовна**

**Bortsova
Ekaterina Leonidovna**

Тел./Phone: (343) 221-26-72
E-mail: borcovael@yandex.ru

*Кандидат экономических наук, доцент кафедры технологии питания
Уральский государственный экономический университет
620144, РФ, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45*

*Candidate of Economical Science, Associate Professor of the Food Technology Department
Ural State University of Economics
620144, Russia, Ekaterinburg, 8 March St. / Narodnoy Voli St., 62/45*