

Н.Г. Неборская, Е.А. Коротева, Л.Б. Ратникова

ВЛИЯНИЕ МИКРОНИЗАЦИИ НА СОДЕРЖАНИЕ ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ АНТИОКСИДАНТОВ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ ИЗ ГРЕЧНЕВОЙ КРУПЫ

Исследовано влияние технологии микронизации на содержание полифенольных антиоксидантов в гречневой крупе (ГОСТ 5550-74), хлопьях гречневых марки «Нордик», хлопьях гречневых микронизированных (ОАО «САД», г. Краснообск, ТУ 9294-002-51720693-00) и кулинарной продукции из них. Установлено, что содержание полифенольных антиоксидантов в кашах, приготовленных из микронизированных гречневых хлопьев, достоверно выше, чем в кашах из крупы и хлопьев, полученных по традиционной технологии. Таким образом, микронизация гречневой крупы позволяет получать из нее кулинарную продукцию с более высокой сохранностью функционального компонента.

Гречневая крупа, микронизация, полифенольные антиоксиданты (ПФА).

Введение

Удовлетворение потребностей человека в макро- и микронутриентах – естественная функция питания, однако уже достаточно давно она не рассматривается как единственная. В современных условиях все большее значение придается способности пищевых продуктов предотвращать хронические заболевания, связанные с питанием. Эта способность может реализовываться введением в рацион специализированных и обогащенных продуктов, а также употреблением обычных продуктов, но в адекватных количествах с учетом современных знаний об их составе в части содержания физиологически функциональных ингредиентов. В связи с этим актуальными задачами современной науки являются постоянное уточнение потребности человека в пищевых веществах, а также обнаружение и изучение оздоравливающих свойств пищевого сырья.

Пристальное внимание исследователей в этой области вызывают микронутриенты и биологически активные вещества, например такие, как природные полифенольные соединения, обладающие мощной антиоксидантной активностью. Термин «полифенольные соединения» подразумевает обширную группу веществ, из которых антиокислительное действие в первую очередь проявляют флавоноиды и фенолкарбоновые кислоты, а находящиеся в маслах остатки фосфолипидов и токоферолов усиливают их действие [1]. Роль полифенольных антиоксидантов в предотвращении сердечно-сосудистых заболеваний, злокачественных образований и аллергических реакций показана в многочисленных научных публикациях [2–6].

Природными пищевыми источниками антиоксидантов являются овощи, фрукты и цельнозерновые продукты. Ритмичное поступление оздоравливающих веществ в организм эффективнее обеспечивает продукты, потребляемые повседневно и в больших объемах. В связи с этим предметом нашего исследования послужили зерновые культуры, которые в свете современных требований здорового питания должны составлять основу рациона.

Питательная ценность зерновых культур известна давно – они являются источниками белков, углеводов, пищевых волокон, Mg, Zn, витаминов групп

В и Е и др. Доказательством оздоровительного эффекта регулярного потребления зерновых служит ряд исследований, в которых установлено, что такие вещества зерновых, как линолевая кислота, пищевые волокна, витамин Е, селен, фолиевая кислота, а также фенольные антиоксиданты являются основными факторами, снижающими риск развития ИБС, диабета, рака толстой кишки и т.д. [7, 8]. Важным уточнением в вопросе пищевой ценности зерновых являются данные о том, что содержание нутриентов в целом зерне существенно выше, нежели в очищенном, поскольку переработка зерна в той или иной степени влечет потери пищевых волокон, витаминов и минералов. Установлено, например, что в цельнозерновых кашах количество антиоксидантов выше, чем в овощах и фруктах [9–11].

Среди зерновых и крупяных культур наше внимание привлекла гречиха, поскольку по содержанию полифенольных антиоксидантов, а также витаминов, микро- и макроэлементов именно гречневая крупа занимает одно из первых мест. Результаты исследований свойств гречихи и продуктов ее переработки в научной литературе отражены довольно широко и свидетельствуют о разных аспектах ее полезного действия на организм. Например, учеными Мадридского университета было показано, что добавление в пищу лабораторным животным гречневой крупы позволило увеличить количество полезных бактерий в пищеварительном тракте, что способствует повышению иммунитета желудочно-кишечного тракта. Американскими исследователями установлено, что гречневые блины и вафли обеспечивают адекватное поступление в организм человека витаминов, минералов, аминокислот и пребиотиков. Многие исследования подтверждают, что потребление гречневой крупы помогает контролировать уровень сахара в крови и снижает риск заболевания диабетом и ожирением. Гречневая диета способствует улучшению сердечно-сосудистых факторов риска, включая общий холестерин, липидный профиль и уровень триглицеридов. Установлено, что гречиха является одним из лучших источников лигнанов, в частности энтеролактона, снижающего риск рака груди. У женщин, потребляющих продукты из цельного зерна гречихи, уровень лигнанов в

крови более высокий. Лигнаны предотвращают также и сердечно-сосудистые заболевания [7, 8, 12–14].

В околоплоднике и зародыше гречихи содержание полифенолов наибольшее (80 %) и сопоставимо с содержанием их в овощах и фруктах. В связи с этим в качестве источника получения антиоксидантов околоплодник гречихи посевной, являющийся отходом крупяного производства, привлекает особый интерес. Изучение качественного состава плодовых оболочек гречихи показало, что он представлен в основном флавоноидами, а также кумаринами, производными коричной кислоты, аминокислотами, полисахаридами, антраценпроизводными, дубильными веществами преимущественно гидролизуемой группы и сапонинами. Исследования ряда авторов показали возможность использования комплексов биологически активных веществ из околоплодника гречихи для создания лекарственных препаратов желчегонного, гепатопротекторного, цитопротекторного и адаптогенного действия. Исследования, проведенные в университете Манитоба, позволили установить, что рутин и кверцетин гречихи – очень эффективные ингибиторы липопротеинов низкой плотности (LDL), способствующих развитию заболеваний, например, сердечно-сосудистой системы [15, 16].

Из вышеизложенного следует, что гречиха имеет важное хозяйственное значение и играет исключительную роль в питании, обусловленную высокой пищевой ценностью и содержанием веществ, способствующих защите организма от неблагоприятных воздействий внешней среды. Это указывает на перспективность дальнейшего изучения гречихи и продуктов ее переработки.

Известно, что употребление круп в пищу возможно только после термической обработки, которая способствует их размягчению и повышению усвояемости, приводит к гибели вредных микроорганизмов и разрушению токсинов. В промышленности существует ряд способов обработки круп с целью ускорения их последующего доведения до кулинарной готовности – производятся крупы, обработанные паром, микронизированные хлопья, экструзионные зерновые продукты и т.д.

Гидротермическая обработка является традиционным способом в производстве быстрорастворимых круп и хлопьев. Недостатком этого способа является высокая энергоемкость. Кроме того, традиционные методы гидротермической обработки достигли своего предела и не могут обеспечить необходимый на современном этапе ассортимент круп и зерновых хлопьев с продолжительностью варки 1–10 мин [17].

Более современным способом переработки зерновых культур является экструзия, совмещающая термо-, гидро- и механическую обработку сырья. Путем экструзии получают каши быстрого приготовления, мюсли, попкорн, чипсы, палочки, подушечки и др. Сырье при экструдировании подвергается действию высоких давления и температуры непродолжительно, но в результате сложных химических, микробиологических и физических процессов претерпевает существенные изменения структуры и свойств. Использование метода экструзионной обработки дает ряд преимуществ: повышается степень использования сырья;

расширяется ассортимент готовых к применению пищевых продуктов или компонентов для них с высокой водо- и жирудерживающей способностью; снижаются трудовые и производственные затраты (расходы тепла, электроэнергии); снижается микробиологическая обсемененность продуктов и уменьшается загрязнение окружающей среды.

Наряду с отмеченным выше положительным эффектом тепловой обработки зерновых, ее влияние приводит к частичной или полной потере некоторых нутриентов. В частности, зерновые являются важными источниками витаминов группы В. Между показателем разрушения большинства термочувствительных витаминов этой группы (фолиевая кислота, В₁, В₆, В₁₂) и подачей энергии было установлено линейное соотношение. Во время экструзии наблюдается потеря 20–40 % витамина С, вероятно, в результате повышенного окисления при высокой температуре. Содержание железа в смеси катализирует этот процесс. Каротиноиды довольно хорошо противостоят экструзии, но некоторые затем окисляются во время хранения. Способом улучшения витаминного состава экструзионных продуктов является напыление витаминов на экструдаты [18–20].

Наиболее прогрессивным способом обработки зерновых является микронизация – обработка зерна в микроволновом диапазоне инфракрасного излучения с последующим плющением. Принципиальное отличие технологии микронизации от экструзионной заключается в том, что инфракрасная термообработка заменяет пропаривание крупы. Инфракрасные лучи обеспечивают интенсивный нагрев продукта в течение нескольких секунд до температуры выше 100 °С, при которой влага переходит в парообразное состояние. Зерно вспучивается, пластифицируется, что позволяет превратить его на вальцах в хлопья.

Вследствие микронизации в сырье происходит частичная клейстеризация и декстринизация крахмала, денатурация белка, детоксикация вредных веществ (ингибитор трипсина в сое, танин в сорго и просо и т.п.), почти полное поверхностное и внутреннее обеззараживание, улучшаются запах и вкус, меняется цвет. В результате практически во всех случаях микронизации наблюдается повышение качества и выхода готовой продукции, а также снижение энергозатрат.

Микронизация позволяет создавать зерновые продукты практически из всех видов крупяных культур, что могло бы способствовать большему их использованию в питании населения. Однако изучение продовольственного рынка зерновых хлопьев в Новосибирске показало, что микронизированные хлопья в торговых предприятиях практически не представлены, хотя по видам зерновых и в разрезе производителей ассортимент хлопьев достаточно широк (торговые марки Nordic, «Увелка», «Быстров», «Русский завтрак», Myllyn Paras и др.). Для увеличения присутствия микронизированных продуктов на продовольственном рынке требуется дальнейшее изучение их свойств и более активное освещение достоинств среди потребителей.

Одной из характерных особенностей микронизации является более высокая по сравнению с другими видами тепловой обработки сохранность витаминов и

микроэлементов (йод, железо, марганец и др.) [21, 22]. Тем не менее при микронизации потери нутриентов имеют место. Согласно данным некоторых исследований, в процессе гидротермической обработки некоторых зерновых в них почти полностью теряются вещества полифенольной природы – катехины и проантоцианиды ячменя, изовитексин риса [23, 24].

В связи с вышеизложенным, а также ввиду того, что последующая тепловая кулинарная обработка ведет к еще большим потерям полифенольных веществ в пищевых продуктах, мы посчитали важным:

- показать влияние микронизации на содержание полифенольных антиоксидантов (ПФА) в гречневой крупе;

- показать влияние способа гидротермической обработки (варка каши из гречневой крупы традиционным способом; заваривание жидкостью с $t = 95 \text{ }^\circ\text{C}$ микронизированных (МК) гречневых хлопьев) на содержание ПФА в кулинарной продукции.

Объекты и методы исследований

В качестве объектов нашего исследования были использованы крупа гречневая (ГОСТ 5550-74), гречневые хлопья двух видов и кулинарная продукция из них (каши). Характеристика хлопьев приведена в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика гречневых хлопьев (M+m, n = 9)

Название хлопьев	Хлопья гречневые микронизированные ТУ 9294-002-51720693-00 (ОАО «САД», г. Краснообск)	Хлопья гречневые Nordic, произведенные по традиционной технологии (контроль)
Показатель		
Цвет	Светло-коричневый	Коричневый
Вкус и запах	Свойственный гречневой крупе, с ароматом и слабым привкусом каленого ореха	Свойственный гречневой крупе, с ароматом и слабым привкусом каленого ореха
Мучка, %	2,80±0,88	2,94±0,76
Длина хлопьев, мм	10,26±0,72*	6,27±0,67
Ширина хлопьев, мм	7,40±1,20*	4,84±0,51
Толщина хлопьев, мм	0,20±0,04*	0,30±0,04

* $p < 0,05$, сравнение с контролем, тест Манн-Уитни.

Технологические параметры микронизации при получении гречневых хлопьев ОАО «САД»: температура крупы на выходе 130–150 °С, экспозиция 18–20 с, толщина плющения хлопьев 3–5 мм.

Образцы кулинарной продукции для определения ПФА подготавливали следующим образом: микронизированные хлопья из гречневой крупы и хлопья «Нордик» заливали горячей жидкостью ($t = 95 \text{ }^\circ\text{C}$) при соотношении продукта и жидкости 1:5 на 10 минут; варка гречневой каши производилась традиционным способом.

Определение полифенолов производилось по способу Е.В. Лис, О.И. Лебедевой, В.М. Ушаковой и др. (Способ получения полифенолов. Патент 21740.11. Выдан 27.09.2001).

Результаты и их обсуждение

Результаты исследований представлены на рис. 1.

Как и ожидалось, наиболее высоким содержание ПФА было в гречневой крупе – 15,30±0,55 мг. Кратковременный ИК-нагрев, используемый в технологии микронизации, приводил к частичной потере ПФА – в МК гречневых хлопьях их содержание составляло 12,70±0,79 мг. Наиболее низкое содержание ПФА было обнаружено в хлопьях Nordic (контроль) – 9,40±0,68 мг, однако в приготовленной из них каше содержание ПФА было больше, чем в каше из крупы, т.е. варка по традиционной технологии приводила к максимальным потерям ПФА. Наи-

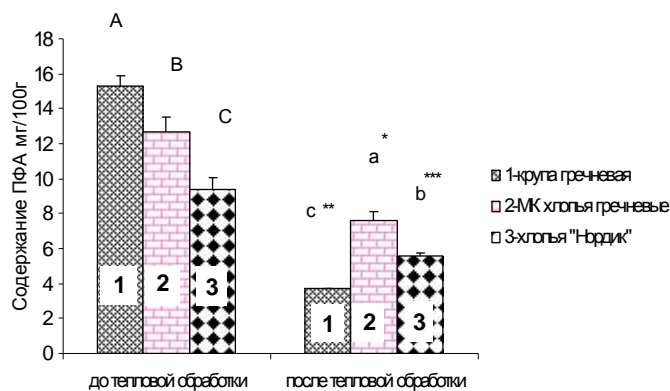


Рис. 1. Содержание полифенольных антиоксидантов в гречневой крупе и продуктах ее переработки до и после тепловой обработки: * $p < 0,05$, относительно исходного сырья, M±m, n = 9, парный тест Уилкоксона; строчными и прописными буквами обозначены внутригрупповые различия, $p < 0,05$, тест Манн-Уитни

большее количество ПФА было определено в каше из МК хлопьев, приготовленной завариванием: оно достигало 7,60±0,49 мг, что в 2,1 раза больше, чем в каше из крупы (см. рис. 1).

Большая сохранность при микронизации таких лабильных веществ, как ПФА, косвенно еще раз подтверждает более щадящее воздействие данной технологии на весь комплекс нутриентов гречневой крупы (по сравнению с гидротермической обработкой или экструзией).

Таким образом, можно утверждать, что переработка гречневой крупы путем микронизации является наиболее перспективным способом, поскольку позво-

ляет получить продукт и кулинарную продукцию из него с более высоким содержанием функционального компонента ПФА, чем традиционная технология.

Список литературы

1. Harborne, J.B. Advances in flavonoid research since 1992 / J.B. Harborne, C.A. Willms // *Phytochemistry*. – 2000. – V. 55. – P. 481–504.
2. Yamaguchi, N. Effect of the food components on oxidative stabilities of fat and oil / N. Yamaguchi // *J. Jpn. Oil Chem. Soc.* – 1976. – V. 25. – P. 249–256.
3. Kayashita, J. Consumption of buckwheat protein lowers plasma cholesterol and raises fecal neutral sterols in cholesterol-fed rats because of its low digestibility / J. Kayashita, I. Shimaoka, M. Nakajoh, M. Yamazaki, N. Kato // *J. Nutr.* – 1997. – V. 127. – P. 1395–1400.
4. Watanabe, M. Catechins as antioxidants from buckwheat [*Fagopyrum esculentum Moench*] groats / M. Watanabe // *J. Agric. Food Chem.* – 1998. – № 46. – P. 839–845.
5. Kawa, J. Effect of buckwheat extract on blood glucose and insuline / J. Kawa, R. Przybylsk, C. Taylor // *J. Metab. Res.* (Accepted for publication). – 2003.
6. Бекетова, Н.А. Уровень антиоксидантов и показатели липидного обмена у больных с сердечно-сосудистой патологией / Н.А. Бекетова, С.А. Дербенева, В.Б. Спиричев и др. // *Вопросы питания*. – 2007. – № 3. – Т. 76. – С. 11–18.
7. Flight, I. Cereal grains and legumes in the prevention of coronary heart disease and stroke: a review of the literature / I. Flight, P. Clifton // *Eur. J. Clin. Nutr.* – 2006. – V. 60. – № 10. – P. 1145–1159.
8. Charalampopoulos, D. Application of cereal components in functional foods: a review / D. Charalampopoulos, R. Wang, S.S. Pandiella, C. Webb // *International J. of Food Microbiology*. – 2002. – V. 79. – № 1. – P. 275–285.
9. David, J.A. Report of the expert advisory committee on dietary fibre to the health protection branch health and welfare. – Canada, 1985. – 584 p.
10. Venn, B.J. Cereal grains, legumes and diabetes / B.J. Venn, J.I. Mann // *Eur. J. Clin. Nutr.* – 2004. – V. 58. – P. 1443–1461.
11. Дианова, В.Т. Рациональное использование семян бобовых и крупяных культур для создания продуктов здорового питания / В.Т. Дианова, Е.Е. Браудо // *Биологический и экономический потенциал зернобобовых культур и пути его реализации: материалы междунар. научн. конф., приуроченной к 35-летию ВНИИ зернобобовых и крупяных культур*. – Орел, 1997. – С. 97–103.
12. Kromhout, D. Dietary fiber an 10-year mortality from coronary heart diseases, cancer and all causes. The Zutphen study / D. Kromhout, E. Bosschieter, C. Coulander de Lezenne // *Lancet*, Sept 4:518–521, 1982.
13. Park, C.H. Rutin content in food products processed from groats, leaves and flowers of buckwheat / C.H. Park, Y.B. Kim, Y.S. Choi, K. Neo et al. // *Fagopyrum*. – 2000. – V. 17. – P. 63–66.
14. Kreft, S. Extraction of rutin from buckwheat seeds and determination by capillary electrophoresis / S. Kreft, M. Knapp, I. Kreft // *J. Agric. Food Chem.* – 1999. – V. 47. – P. 4649–4652.
15. Журavelь, И.А. Фенольные соединения околоплодника гречихи посевной и синтез их аналогов: автореф. дис. ... канд. фарм. наук / И.А. Журavelь. – Харьков, 1991. – 23 с.
16. Cambell, C. Rutin and antioxidant activity in buckwheat / C. Cambell // *Faculty of pharmacy university of Manitoba*. – 2004. – P. 4.
17. Елькин, Н.В. Высокотемпературные инфракрасные технологии нового тысячелетия / Н.В. Елькин, В.В. Кирдяшкин. – М.: ПК «Старт», 2004. – 240 с.
18. Медведев, Г.М. Экструзионная технология производства зерновых полуфабрикатов быстрого приготовления / Г.М. Медведев // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2002. – № 5. – С. 44–47.
19. Бабич, М.Б. Пищевая ценность зерновых хлопьев и технологическая линия для их производства / М.Б. Бабич, И.Н. Лукьянчук, Г.И. Евдокимова: [Электрон. ресурс] <http://www.apk-inform.com/<15.12.2001>>.
20. Васильева, Т.В. Экструзионные продукты / Т.В. Васильева // *Пищевая промышленность*. – 2003. – № 12. – С. 6–9.
21. Коротеева, Е.А. Исследование функционально-технологических свойств микронизированных продуктов из зернобобовых: дис. ... канд. техн. наук / Е.А. Коротеева. – Новосибирск, 2006. – 138 с.
22. Рыбакова, Т.М. Функционально-технологические свойства микронизированных хлопьев и кулинарная продукция из них: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Т.М. Рыбакова. – Новосибирск, 2004. – 18 с.
23. Porter, L.J. Flavans and proanthocyanidins. In *The Flavonoids. Advances in Research since 1980*, Harborne, J.B., Ed.; Chapman and Hall: London, U.K., 1988. – P. 21–62.
24. Ramarathnam, N. Chemical studies on novel rice hull antioxidants. 2. Identification of isovitexin, a C-glycosyl flavonoid / N. Ramarathnam, T. Osawa, M. Namiki, S. Kawakishi // *J. Agric. Food Chem.* – 1989. – V. 37. – P. 316–319.

НОУ ВПО Центросоюза Российской Федерации
«Сибирский университет потребительской кооперации»,
630087, Россия, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 26.
Тел./факс: (383) 346-55-31
e-mail: common@sibupk.nsk.su

SUMMARY

N.G. Neborskaya, E.A. Koroteeva, L.B. Ratnikova

Effect of micronization on content of polyphenolic antioxidants in foods from buckwheat

The effect of micronization technology on the content of polyphenolic antioxidants in buckwheat groats (GOST 5550-74), buckwheat flakes «Nordik», micronized buckwheat flakes (JSC «SAD» in Krasnoobsk, TU 9294-002-51720693-00) and culinary products from them has been studied. It was established that the content of polyphenolic antioxidants in cereals made from micronized buckwheat flakes is significantly higher than in cereals from whole grains and flakes obtained with traditional technology. Thus micronization of buckwheat allows to obtain culinary products with higher level of functional component retention.

Buckwheat, micronization, polyphenolic antioxidants (PPA).

Siberian University of Consumer Cooperation
26, Pr. K. Marx, Novosibirsk, 630087, Russia
Phone/Fax: +7(383) 346-55-31
e-mail: common@sibupk.nsk.su