

ЦЕЛЬНОСМОЛОТАЯ МУКА ИЗ ПРОРОЩЕННОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ КАК ПИЩЕВОЙ ИНГРЕДИЕНТ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Н.В. Науменко¹, И.Ю. Потороко¹, М.Т. Велямов²

¹ Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

² Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности, г. Алматы, Республика Казахстан

Актуальной задачей пищевой отрасли является внедрения в рацион питания россиян сбалансированных пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям качества и безопасности. Одним из путей реализации данного направления можно выделить проращивание зерновых культур с целью получения нового сырьевого компонента, имеющего более сбалансированный аминокислотный состав, повышенное количество витаминов и минеральных веществ, а также пищевых волокон, использование которого при производстве пищевых продуктов будет способствовать сохранению и укреплению здоровья населения страны. В статье используется инновационный метод интенсификации процесса проращивания на основе ультразвукового воздействия, который ускоряет данный процесс и делает его более безопасным. Процесс проращивания зерна пшеницы положительно сказывается на количестве массовой доли белка зерна пшеницы и количестве клейковины. При этом качество клейковины практически не изменяется (наблюдается ее расслабление в пределах 3–4 ед., ИДК). Так как длительность проращивания 16–20 часов, то фермент протеиндисульфидредуктаза оказывает минимальное воздействие на дисульфидные связи молекул белка и хлебопекарные свойства муки (относительно ее белкового состава) практически не ухудшаются. Авторы отмечают, что процесс проращивания позволяет получить наиболее сбалансированный по аминокислотному составу сырьевой компонент. Наблюдается увеличение количества как незаменимых, так и заменимых аминокислот. В процессе проращивания увеличивается количество таких незаменимых аминокислот, как изолейцин, лейцин, лизин, треонин. Значение биологической ценности у пророщенного зерна возрастает в среднем на 6 %, что дает возможность рекомендовать данный вид зернового сырья в качестве обогащающей добавки при производстве хлеба и хлебобулочных изделий.

Ключевые слова: проращивание зерна пшеницы, биологическая ценность зерна, обогащение пищевых продуктов.

В последние годы проращивание зерновых культур с целью повышения пищевой ценности разных продуктов питания стало одним из актуальных направлений пищевой промышленности. Получение цельносмолотой муки на основе пророщенного зерна пшеницы позволяет получить пищевой ингредиент с увеличенным количеством аминокислот, витаминов и придать конечному продукту антиоксидантные свойства, а также повысить качество и сохраняемость готовых изделий. На сегодняшний день в России отсутствует нормативная документация, которая могла бы регламентировать данное направление в технологии продуктов питания, формировать новую ассортиментную линейку полезных и безопасных продуктов.

Эпидемиологические исследования Giacco, Jacobs, Mellen, Ye и других авторов показали, что потребление продуктов из

цельного зерна может снизить риск сердечно-сосудистых заболеваний, различных типов рака, диабета 2 типа и, возможно, улучшить регуляцию массы тела [11, 14, 15, 17, 20]. Оптимальный химический состав и строение пищевой матрицы цельного зерна пшеницы могут способствовать профилактическому действию и снижению рисков появления хронических заболеваний. Также было высказано предположение, что, помимо воздействия пищевых волокон, синергетическое действие некоторых биоактивных соединений также способствует защите здоровья и поддержанию нормальной жизнедеятельности организма [10]. В цельносмолотой пшеничной муке все анатомические компоненты зерна, такие как эндосперм, зародыш и оболочечные слои, присутствуют в тех же пропорциях, что и в зерне. Такая мука содержит значительно больше пищевых волокон, витаминов, мине-

ральных веществ по сравнению с сортовыми видами муки. При этом не стоит забывать, что, используя при производстве пищевых продуктов все зерно целиком, создаются дополнительные риски заражения готовых продуктов плесневыми грибами и продуктами их жизнедеятельности – микотоксинами.

В настоящее время разработан и утвержден межгосударственный стандарт ГОСТ 9353-2016 «Пшеница. Технические условия», который определяет общие требования к зерну пшеницы, и необходим для быстрой оценки качества зерна как товара; осуществления денежных взаиморасчетов между поставщиками и потребителями зерна; быстрого размещения зерна на хранение и проведения послеуборочной обработки [3]. Однако на сегодняшний день отсутствуют стандарты на пшеницу для хлебопекарной и кондитерской отраслей, для крахмалопаточной и спиртовой промышленности, для глубокой переработки зерна и тем более на использование пророщенного сырья.

До недавнего времени не было определения понятия пророщенного зерна, но в 2008 году Американская Ассоциация, занимающаяся вопросами химических исследований зерновых культур (ААСС (American Association of Cereal Chemists)), разработала следующие определения:

– цельное зерно – это зерно, состоящее из неповрежденного, не растрескавшегося зерна, основные анатомические компоненты которого – эндосперм, зародыш и оболочечные слои – присутствуют в тех же относительных пропорциях, что и в неповрежденном зерне;

– пророщенное зерно – это зерно, содержащее все исходные составляющие, такие как оболочки, зародыш и эндосперм, рассматривается как цельное зерно, если длина проростка не превышает длину ядра, и количество питательных веществ при этом не уменьшается. Эти зерна должны быть маркированы как солодовое или проросшее цельное зерно [19].

После утверждения данного понятия многие компании по всему миру (бренды Angelic Bake House, Ardent Mills, Bay State Mills, Cheil Jedang, Fa Ya Hong и др.) начали производить продукты с использованием пророщенных сырьевых компонентов, они стали новым сегментом ассортимента в пищевой промышленности благодаря их повышенной пищевой ценности [16]. F. Hübner, K.D. Cashman,

Е.К. Arendt и их коллегами установлено, что хлеб, полученный с использованием пророщенных зерновых сырьевых компонентов, имеет лучший вкус, более мягкий и эластичный мякиш [12]. Известно, что процесс проращивания активизирует действие ферментов, помогая тем самым повысить усвояемость зерна. Во время проращивания зерна повышается доступность сахаров, свободных аминокислот, включая лизин [18], накапливается γ -аминомасляная кислота [9], фенольные соединения и повышается антиоксидантная активность [13].

Целью данного исследования являлось изучение влияния процесса проращивания на аминокислотный и витаминный состав зерна пшеницы.

Объекты и методы исследований

В качестве объекта исследований было определено зерно пшеницы сортов Любава и Эритроспериум 59, выращенное в степной зоне Челябинской области. Годы проведения исследований (2014–2018 гг.) значительно отличались по метеорологическим условиям, что типично для данного региона.

Отбор проб зерна проводили согласно ГОСТ 13586.3-2015.

Проращивание осуществлялось в контролируемых условиях, проводилось предварительное промывание и замачивание зерна пшеницы. Длительность процесса составляла 16–20 часов. Температура воды – 20–22 °С. По окончании процесса (длина ростка 1–1,5 мм) зерна пшеницы высушивались до влажности 12–14 % при принудительной конвекции и температуре 30–40 °С.

Для интенсификации процесса проращивания были использованы методы физического воздействия с применением ультразвукового низкочастотного генератора «Волна-Л» модель УЗТА-0,63/22-ОЛ (частота $(22 \pm 1,65)$ кГц, интенсивность не менее 10 Вт/см², рабочий инструмент грибового типа) [1, 4–8]. Зерно пшеницы обрабатывали в течение 5 минут и мощности 378 Вт.

Массовую долю белка в пересчете на сухое вещество определяли согласно ГОСТ 10846-91. Общий аминокислотный состав – по ГОСТ 32195-2013.

Аминокислотный скор (АС) рассчитывали путем сравнения аминокислотного состава белка зерна со шкалой адекватности содержания незаменимых аминокислот в «идеальном белке» ФАО/ВОЗ применительно к потребно-

стям человека во взрослом возрасте. В качестве лимитирующей аминокислоты была определена аминокислота – лизин.

Результаты и их обсуждение

По данным Е.Д. Казакова и Г.П. Карпиленко [2] в отдельных тканях зерна пшеницы белковые вещества распределяются неравномерно. Наиболее богат белковыми веществами алейроновый слой и зародыш. Количество белка в эндосперме меньше, чем в цельном зерне. В пределах эндосперма белок распределен также неравномерно, его периферический слой имеет высокую концентрацию белков, а центральная часть наиболее бедна по сравнению со всеми остальными частями зерна. Результаты определения общего количества белка в цельном зерне пшеницы представлены в таблице.

Процесс проращивания зерна пшеницы положительно сказывается на количестве массовой доли белка, также при этом незначительно увеличивается количество клейковины. Необходимо отметить, что при проращивании зерна начинает проявлять свое действие протеиндисульфидредуктаза, катализирующая восстановление дисульфидных связей в белках с образованием сульфгидрильных групп. В течение первых суток проращивания общее содержание дисульфидных связей в неклеяковинных белках уменьшается почти в 2 раза, причем расщепляются преимущественно «скрытые» дисульфидные связи неклеяковинных белков (альбуминов и глобулинов). Дисульфидные связи клейковинного белка расщепляются за первые сутки максимум только на 19 %, причем «скрытые» дисульфидные связи остаются незатронутыми, что приводит к незначительным изменениям качества клейковины в этот период. Так как длительность предложенного способа составляет всего 20 часов, то вышеуказанные процессы находятся только в начальной стадии и

не приводят к значительному расслаблению клейковины.

Для оценки пищевого достоинства зерна пшеницы большое значение имеет аминокислотный состав белков. По мнению Казакова Е.Д. и его коллег [2], необходимо исследовать аминокислотный состав не отдельных белков, а всего их комплекса, содержащегося в зерне пшеницы. Только при таком подходе могут быть получены правильные данные об аминокислотном составе. Необходимо отметить, что белки злаковых культур неполноценны по ряду незаменимых аминокислот, поэтому при их изучении большое значение имеет сбалансированность их аминокислотного состава [2]. При этом даже незначительное действие протеолитических ферментов способствует гидролизу белков с образованием пептидов и аминокислот [2, 3], следовательно изменяется аминокислотный состав зерна пшеницы (рис. 1 и 2).

В наибольшем количестве в цельном зерне пшенице содержится лейцина ($85,2 \pm 0,7$ мг/1 г белка), фенилаланина ($60,8 \pm 0,6$ мг/1 г белка) и глутаминовой кислоты + глутамином ($359,2 \pm 4$ мг/1 г белка), что характерно для данного вида пшеницы [2]. Наименьшие значения можно отметить у лизина ($39,1 \pm 0,3$ мг/1 г белка), триптофана ($13,1 \pm 0,3$ мг/1 г белка), треонина ($28,7 \pm 0,3$ мг/1 г белка). Биологическая ценность зерна пшеницы составила 62,6 %.

Процесс проращивания приводит к увеличению количества как незаменимых, так и заменимых аминокислот. Наиболее выраженный прирост можно отметить у таких аминокислот, как пролин 18 %, лизин 15 %, изолейцин, глицин, таурин, 9–10 %, трионин 7 %. Биологическая ценность пророщенного зерна пшеницы составила 68,7 %.

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что процесс проращивания

Результаты определения массовой доли белка, количества и качества клейковины исследуемых образцов

Наименование показателей	Цельное зерно пшеницы до проращивания	Цельное зерно пшеницы после проращивания
Массовая доля белка, в пересчете на сухое вещество, %	$12,8 \pm 0,2$	$13,5 \pm 0,2$
Количество клейковины, %	$22,4 \pm 0,3$	$23,6 \pm 0,3$
Качество клейковины, ед., ИДК/группа	$65,3 \pm 0,2$	$68,8 \pm 0,2$

Пищевые ингредиенты, сырье и материалы

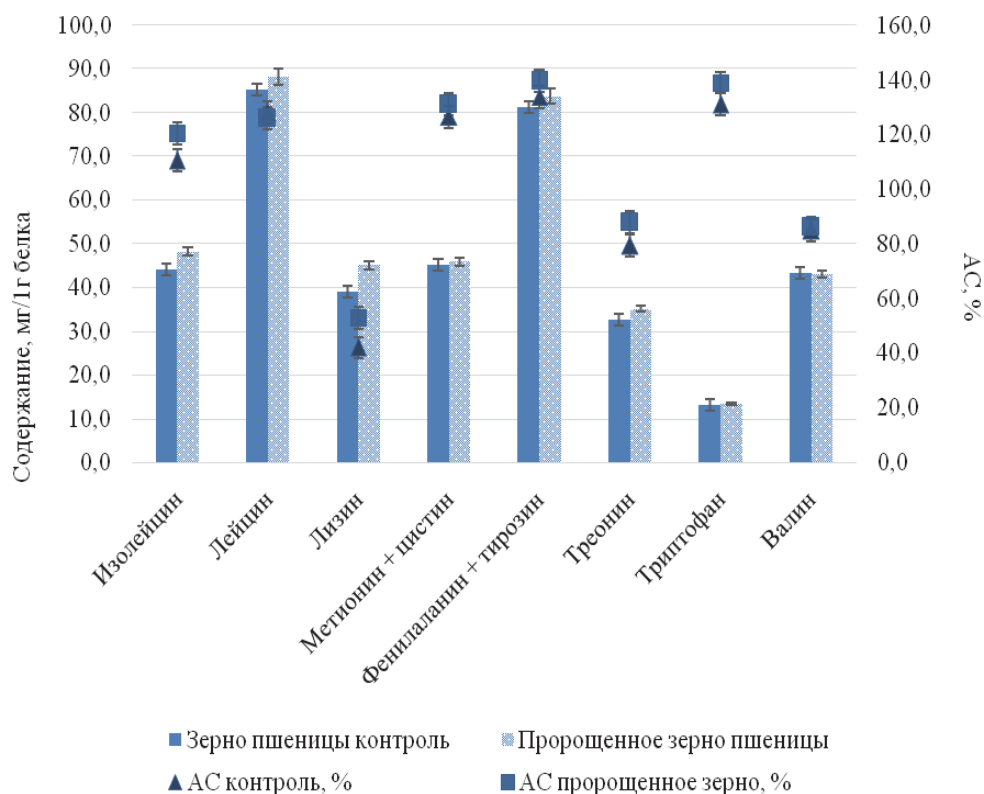


Рис. 1. Результаты определения незаменимых аминокислот цельного зерна пшеницы и расчета аминокислотного сора

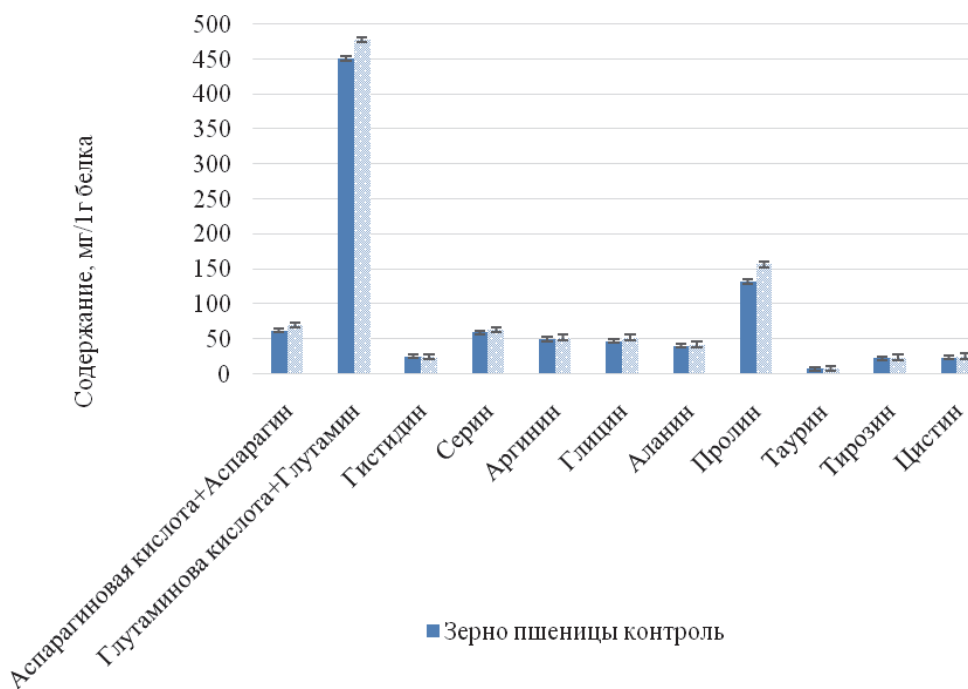


Рис. 2. Результаты определения заменимых аминокислот цельного зерна пшеницы

позволяет получить наиболее сбалансированный по аминокислотному составу сырьевой компонент. В процессе проращивания увеличивается количество таких незаменимых аминокислот, как изолейцин, лейцин, лизин, треонин. Значение биологической ценности у пророщенного зерна возрастает в среднем на 6 %, что дает возможность рекомендовать данный вид зернового сырья в качестве обогащающей добавки при производстве хлеба и хлебобулочных изделий.

Статья выполнена при поддержке Правительства РФ (Постановление № 211 от 16.03.2013 г.), соглашение № 02.А03.21.0011 и при финансовой поддержке государственного задания № 40.8095.2017/БЧ и гранта РФФИ 18-53-45015.

Литература

1. Калинина, И.В. Применение эффектов ультразвукового кавитационного воздействия как фактора интенсификации извлечения функциональных ингредиентов / И.В. Калинина, Р.И. Фаткуллин // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2016. – Т. 4, № 1. – С. 64–70. DOI: 10.14529/food160108
2. Казаков, Е.Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов / Е.Д. Казаков, Г.П. Карпиленко. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 512 с.
3. Мелешкина, Е.П. Современные требования, предъявляемые к качеству зерна пшеницы и пшеничной муки / Е.П. Мелешкина // Хлебобулочные продукты. – 2018. – № 10. – С. 14–15.
4. Науменко, Н.В. Возможности использования биотехнологий при производстве пищевых продуктов / Н.В. Науменко // Актуальная биотехнология. – 2013. – № 2 (5). – С. 14–17.
5. Потороко, И.Ю. К вопросу обеспечения качества и безопасности воды, используемой в пищевых производствах / И.Ю. Потороко, Р.И. Фаткуллин, И.В. Калинина // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2013. – Т. 7, № 1. – С. 165–169.
6. Потороко, И.Ю. Системный подход в технологии водоподготовки для пищевых производств / Потороко И.Ю., Фаткуллин Р.И., Цирульниченко Л.А. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2013. – Т. 7, № 3. – С. 153–158.
7. Технология и оборудование для обработки пищевых сред с использованием кавитационной дезинтеграции / С.Д. Шестаков, О.Н. Красуля, В.И. Богуш, И.Ю. Потороко. – М.: Изд-во «ГИОРД», 2013. – С. 98–102.
8. Хмелев, В.Н. Многофункциональные ультразвуковые аппараты и их применение в условиях малых производств, сельском и домашнем хозяйстве: монография / В.Н. Хмелев, О.В. Попова. – Барнаул: Изд. АлтГТУ, 1997. – С. 112–126.
9. Ding, J. Enhancing contents of γ -aminobutyric acid (GABA) and other micronutrients in dehulled rice during germination under normoxic and hypoxic conditions / J. Ding, T. Yang, H. Feng, M. Dong, M. Slavin, et al. // J. Agric. Food. Chem. – 2016. – Vol. 64 (5). – P. 1094–1102.
10. Fardet, A. New hypotheses for the health-protective mechanisms of whole-grain cereals: what is beyond fibre? / A. Fardet // Nutrition Research Reviews. – 2010. – Vol. 23. – P. 65–134.
11. Giacco, R. Whole grain intake in relation to body weight: from epidemiological evidence to clinical trials / R. Giacco, G. Della Pepa, D. Luongo, G. Riccardi // Nutrition Metabolism and Cardiovascular Diseases. – 2011. – Vol. 21. – P. 901–908.
12. Hübner, F. The influence of germination conditions on beta-glucan, dietary fibre and phytate during the germination of oats and barley / F. Hübner, T. O'Neil, K.D. Cashman, E.K. Arendt // Eur. Food Res. Technol. – 2010. – Vol. 231 (1). – P. 27–35.
13. Hung, P.V. Phenolic acid composition of sprouted wheats by ultra-performance liquid chromatography (UPLC) and their antioxidant activities / P.V. Hung, D.W. Hatcher, W. Barker // Food. Chem. – 2011. – Vol. 126 (4). – P. 1896–1901.
14. Jacobs, D.R. Whole-grain intake and cancer: an expanded review and meta-analysis / D.R. Jacobs, L. Marquart, J. Slavin, L.H. Kushi // Nutrition and Cancer-an International Journal. – 1998. – Vol. 30. – P. 85–96.
15. Mellen, P.B. Whole grain intake and cardiovascular disease: a meta-analysis / P.B. Mellen, T.F. Walsh, D.M. Herrington // Nutrition Metabolism and Cardiovascular Diseases. – 2008. – Vol. 18. – P. 283–290.
16. Nelson, K. Germinated grains: a superior whole grain functional food? / K. Nelson, L. Stojanovska, T. Vasiljevic, M. Mathai // Can. J. Physiol. Pharmacol. – 2013. – Vol. 91 (6). – P. 429–441.

17. Singh, A.B. *Enhancement of attributes of cereals by germination and fermentation: a review* / A.B. Singh, A.K. Singh, J. Rehal, A. Kaur, G. Jyot // *Crit. Rev. Food. Sci. Nutr.* – 2015. – Vol. 55 (11). – P. 1575–1589.

18. Tian, B. *Physicochemical changes of oat seeds during germination* / B. Tian, B. Xie, J. Shi, J. Wu, Y. Cai, et al. // *Food. Chem.* – 2010. – Vol. 119 (3). – P. 1195–1200.

19. Whole Grains Council, 2008. *Definition of Sprouted Grains.* – <https://wholegrainscouncil.org/whole-grains-101/whats-whole-grain/sprouted-whole-grains/definitions-sprouted-grains>.

20. Ye, E.Q. *Greater whole-grain intake is associated with lower risk of type 2 diabetes, cardiovascular disease, and weight gain* / E.Q. Ye, S.A. Chacko, E.L. Chou, M. Kugizaki, S. Liu // *Journal of Nutrition.* – 2012. – Vol. 142. – P. 1304–1313.

Науменко Наталья Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), Naumenko_natalya@mail.ru

Потороко Ирина Юрьевна, доктор технических наук, профессор кафедры «Пищевые и биотехнологии», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), irina_potoroko@mail.ru

Велямов Масимжан Турсунович, заслуженный деятель науки и образования, доктор биологических наук «Биотехнология», профессор, академик Академии сельскохозяйственных наук Казахстана; академик Национальной академии продовольственной безопасности Российской Федерации; заведующий лабораторией «Биотехнология, качества и пищевой безопасности», Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности (Республика Казахстан, г. Алматы), vmasim58@mail.ru.

Поступила в редакцию 14 июня 2019 г.

DOI: 10.14529/food190303

SPROUTED WHOLE WHEAT GRAIN AS A FOOD CONSTITUENT IN FOOD TECHNOLOGY

N.V. Naumenko¹, I.Yu. Potoroko¹, M.T. Velyamov²

¹ South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

² Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry, Almaty, Republic of Kazakhstan

The urgent task of the food industry is to introduce balanced food products that meet modern quality and safety requirements into the diet of Russians. It can be done by grain sprouting in order to obtain a new raw ingredient with a well-balanced amino acid composition, an increased amount of vitamins and minerals, as well as dietary fibers, the use of which in food production will contribute to the population health strengthening. The article describes an innovative method of intensification of the sprouting process based on ultrasonic effect, which accelerates the process and makes it safer. The process of wheat grain sprouting has a positive effect on the amount of protein mass fraction of wheat grain and the amount of gluten. At the same time, the quality of gluten practically does not change (there is its relaxation within 3–4 units, FDM. Since the process of sprouting takes 16–20 hours, the enzyme protein disulfide reductase has minimal effect on the disulfide bonds of protein molecules and baking properties of flour (relative to its protein composition) practically do not deteriorate. The authors note that the process of sprouting makes the raw ingredient the of the most balanced amino acid composition. The increase in the number of both essential and non-essential amino acids is observed. In the process of sprouting the number of essential amino acids such as isoleucine, leucine, lysine, threonine increases. The bioavailability of sprouted grain increases by an average of 6%, which makes it possible to recommend this type of grain ingredient as an enriching additive in the production of bread and bakery products.

Keywords: wheat grain sprouting, grain availability, food enrichment.

Article is executed with support of the Government of the Russian Federation (the Resolution No. 211 dated from 16.03.2013), the agreement No. 02.A03.21.0011 and with the financial support of the state tasks № 40.8095.2017/БЧ and RFBR grant 18-53-45015.

References

1. Kalinina I.V., Fatkullin R.I. Implementation of Effects of Ultrasonic Cavitation Influence as a Factor of Intensification of Extraction of Functional Elements. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2016, vol. 4, no. 1, pp. 64–70. (in Russ.) DOI: 10.14529/food160108
2. Kazakov E.D., Karpilenko G.P. *Biokhimiya zerna i khleboproduktov* [Biochemistry of grain and grain products]. 3rd ed. St. Petersburg, 2005. 512 p.
3. Meleshkina E.P. [Modern requirements to the wheat grain and flour quality]. *Khleboprodukty* [Bakery products], 2018, no. 10, pp. 14–15.
4. Naumenko N.V. [Opportunities for using biotechnologies in food production]. *Aktual'naya biotekhnologiya* [Current Biotechnology], 2013, no. 2 (5), pp. 14–17.
5. Potoroko I.Yu., Fatkullin R.I., Kalinina I.V. Quality and Safety Control of the Water Used in Food Production. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management*, 2013, vol. 7, no. 1, pp. 165–169. (in Russ.)
6. Potoroko I.Yu., Fatkullin R.I., Tsurul'nichenko L.A. The System Approach to Water Treatment Technology for Food Production. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management*, 2013, vol. 7, no. 3, pp. 153–158. (in Russ.)
7. Shestakov S.D., Krasulya O.N., Bogush V.I., Potoroko I.Yu. *Tekhnologiya i oborudovanie dlya obrabotki pishchevykh sred s ispol'zovaniem kavitatsionnoy dezintegratsii* [Technology and Equipment for Processing of Food Environment Using Cavitation Disintegration]. Moscow, 2013, pp. 98–102.
8. Khmelev V.N., Popova O.V. *Mnogofunktsional'nye ul'trazvukovye apparaty i ikh primeneniye v usloviyakh malykh proizvodstv, sel'skom i domashnem khozyaystve* [Ultrasonic multifunctional devices and their application in industry, agriculture and household]. Barnaul, 1997, pp. 112–126.
9. Ding J., Yang T., Feng H., Dong M., Slavin M., et al. Enhancing contents of γ -aminobutyric acid (GABA) and other micronutrients in dehulled rice during germination under normoxic and hypoxic conditions. *J. Agric. Food. Chem.*, 2016, vol. 64 (5), pp. 1094–1102. DOI: 10.1021/acs.jafc.5b04859
10. Fardet A. New hypotheses for the health-protective mechanisms of whole-grain cereals: what is beyond fibre? *Nutrition Research Reviews*, 2010, vol. 23, pp. 65–134. DOI: 10.1017/s0954422410000041
11. Giacco, R., Pepa G. Della, Luongo D., Riccardi G. Whole grain intake in relation to body weight: from epidemiological evidence to clinical trials. *Nutrition Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 2011, vol. 21, pp. 901–908. DOI: 10.1016/j.numecd.2011.07.003
12. Hübner F., O'Neil T., Cashman K.D., Arendt E.K. The influence of germination conditions on beta-glucan, dietary fibre and phytate during the germination of oats and barley. *Eur. Food Res. Technol.*, 2010, vol. 231 (1), pp. 27–35. DOI: 10.1007/s00217-010-1247-1
13. Hung P.V., Hatcher D.W., Barker W. Phenolic acid composition of sprouted wheats by ultra-performance liquid chromatography (UPLC) and their antioxidant activities. *Food. Chem.*, 2011, vol. 126 (4), pp. 1896–1901. DOI: 10.1016/j.foodchem.2010.12.015
14. Jacobs D.R., Marquart L., Slavin J., Kushi L.H. Whole-grain intake and cancer: an expanded review and meta-analysis. *Nutrition and Cancer-an International Journal*, 1998, vol. 30, pp. 85–96. DOI: 10.1080/01635589809514647
15. Mellen P.B., Walsh T.F., Herrington D.M. Whole grain intake and cardiovascular disease: a meta-analysis. *Nutrition Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 2008, vol. 18, pp. 283–290. DOI: 10.1016/j.numecd.2006.12.008
16. Nelson K., Stojanovska L., Vasiljevic T., Mathai M. Germinated grains: a superior whole grain functional food? *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, 2013, vol. 91 (6), pp. 429–441. DOI: 10.1139/cjpp-2012-0351
17. Singh A.V., Singh A.K., Rehal J., Kaur A., Jyot G. Enhancement of attributes of cereals by germination and fermentation: a review. *Crit. Rev. Food. Sci. Nutr.*, 2015, vol. 55 (11), pp. 1575–1589. DOI: 10.1080/10408398.2012.706661

18. Tian B., Xie B., Shi J., Wu J., Cai Y., et al. Physicochemical changes of oat seeds during germination. *Food. Chem.*, 2010, vol. 119 (3), pp. 1195–1200. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.08.035

19. *Whole Grains Council, 2008. Definition of Sprouted Grains.* Available at: <https://wholegrainscouncil.org/whole-grains-101/whats-whole-grain/sprouted-whole-grains/definitions-sprouted-grains>.

20. Ye E.Q., Chacko S.A., Chou E.L., Kugizaki M., Liu S. Greater whole-grain intake is associated with lower risk of type 2 diabetes, cardiovascular disease, and weight gain. *Journal of Nutrition*, 2012, vol. 142, pp. 1304–1313. DOI: 10.3945/jn.111.155325

Natalia V. Naumenko, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor of the Department of Food Technology and Biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, Naumenko_natalya@mail.ru

Irina Yu. Potoroko, Doctor of Sciences (Engineering), Professor of the Department of Food Technology and Biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, irina_potoroko@mail.ru

Masimzhan T. Velyamov, Honoured Scientist and Education Professional, Doctor of Sciences (Biotechnology), Professor, Academician of the Academy of Agricultural Sciences of the Republic of Kazakhstan; Academician of the National Academy of Food Security of the Russian Federation; Head of the Laboratory of Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry (Republic of Kazakhstan, Almaty), vmasim58@mail.ru.

Received June 14, 2019

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Науменко, Н.В. Цельносмолотая мука из пророщенного зерна пшеницы как пищевой ингредиент в технологии продуктов питания / Н.В. Науменко, И.Ю. Потороко, М.Т. Велямов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2019. – Т. 7, № 3. – С. 23–30. DOI: 10.14529/food190303

FOR CITATION

Naumenko N.V., Potoroko I.Yu., Velyamov M.T. Sprouted Whole Wheat Grain as a Food Constituent in Food Technology. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2019, vol. 7, no. 3, pp. 23–30. (in Russ.) DOI: 10.14529/food190303