

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ В ТЕХНОЛОГИИ ПИВОВАРЕНИЯ: ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

Ю.И. Кретова

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

В настоящее время, несмотря на то, что рынок пива в мире динамично развивается, актуальным остается задача расширения ассортимента пива и снижение его себестоимости. Ресурсосберегающие технологии позволяют решить этот вопрос. Солод является основным традиционным сырьевым компонентом в классической технологии приготовления пива, однако его использование в полном объеме не всегда представляется возможным для производителей в условиях сложной экономической ситуации. Эффективным решением данной проблемы является использование нетрадиционного сырья растительного происхождения. Применение несоложенных материалов позволяет повысить качество продукции, снизить ее себестоимость, что делает данное направление особенно привлекательным при создании новых сортов пива в условиях возрастающей конкуренции. Поэтому все большее число предприятий прибегает к использованию таких зерновых культур, как ячмень, рис, кукуруза, пшеница, рожь, овес, сорго, просо, тритикале. В статье представлен обзор современных разработок в области применения инновационных технологий приготовления пива с использованием нетрадиционного сырья растительного происхождения взамен части солода с целью формирования заданного уровня качества готового напитка. Анализ научных исследований в области использования современных способов повышения качества пива, проводимые в нашей стране и за рубежом, позволил установить, что характерные свойства напитка напрямую зависят от ряда факторов, в том числе от вида перерабатываемого сырья, способов и режимных параметров его переработки, а также от особенностей протекания технологических процессов и их изменений на стадиях производства. Данный факт необходимо учитывать производителям пивоваренной продукции для обоснования формирования товарного предложения при практической реализации производства в условиях жесткой конкуренции на потребительском рынке.

Ключевые слова: ресурсосберегающие технологии, пиво, солод, несоложеное сырье, ячмень, рис, кукуруза, овес, цикорий, амарант.

На сегодняшний день российский рынок пива является одним из самых динамично развивающихся секторов национальной экономики, который удовлетворяет самые разнообразные потребительские предпочтения: здесь представлены как отечественные, так и зарубежные марки пивоваренной продукции разного уровня качества и ценовой категории. Однако существует проблема обеспечения отечественных пивоваренных компаний традиционным качественным зерновым сырьем. Низкое качество зерна вызвано высокой восприимчивостью зерновой культуры к фитопатогенным микроорганизмам. Инфицированное зерно может быть источником опасных для здоровья человека веществ, которые попадают в него из окружающей среды. Данный факт подтверждается многолетними исследованиями, проводимые учеными разных стран [17–19].

В настоящее время в условиях возрастающей конкуренции для повышения качества, снижения себестоимости и создания новых сортов пива применяются различные методы на разных стадиях технологического процесса производства, к числу которых относится применение несоложенного сырья [1, 3].

Использование в пивоварении несоложенного сырья позволяет достичь следующих положительных эффектов от его целенаправленного применения:

- снижение себестоимости при использовании ячменя;
- увеличение экстрактивности сула при использовании риса, кукурузы, сорго, пшеницы;
- увеличение производительности варочного цеха при использовании зерновых культур с большей экстрактивностью;

– повышение коллоидной и вкусовой стойкости пива;

– создание новых сортов пива [2].

Эта тенденция становится популярной не только в России, но и за рубежом, о чем свидетельствует достаточно большое количество публикаций в данном направлении [4, 9, 23–25].

Несоложеное сырье представляет собой сахаросодержащие или крахмалосодержащие продукты, ферментативная активность которых практически равна нулю. К данному виду сырья относят зерновые культуры (ячмень, рис, кукуруза, пшеница, рожь, овес, сорго, просо, тритикале, гречиха), незерновые: твердые (сахар-песок, овощи, фрукты) и жидкие материалы (глюкозо-мальтозные сиропы, сахарные сиропы, экстракты солода, сиропы из зерновых культур) [1].

Ячмень является одной из наиболее распространенных культур в России, который широко стал использоваться в последнее время в качестве несоложеного сырья в пивоварении. Исследования, проводимые учеными в разных странах, подтверждают, что ячмень без добавления ферментов можно применять с солодом как несоложеное сырье в количестве до 20 %, используя при этом разные способы предварительной обработки. Так, в 2012 году проводились исследования по влиянию применения несоложеного ячменя на показатели качества молодого и готового пива. Технология получения пивного суслу, предлагаемая российскими учеными, является энерго- и ресурсосберегающей, позволяет получить качественное пиво [5].

Работы Хоконова М.Б., Кагермазовой А.Ч. также были посвящены изучению влияния несоложеного ячменя на качество солода и выход экстракта [6]. Результаты их исследований свидетельствуют, что увеличение продолжительности термической обработки ячменя повышает выход экстракта, причем увеличение продолжительности с 45 до 60 мин влияет незначительно на количество выделяемого экстракта, а увеличение продолжительности термической обработки несоложеного затора с 15 до 30 мин способствует повышению содержания в сусле редуцирующих веществ, а при увеличении до 60 мин наблюдается снижение вязкости, содержания общего, аминного азота и незначительный рост редуцирующих веществ. Таким образом, на основании проведенных исследований можно

заклучить, что для приготовления затора с заменой части солода несоложенным ячменем при оптимальной температуре термической обработки несоложеного ячменя обеспечивается повышение выхода экстракта при затирании и получение суслу заданного состава.

Рис – одна из наиболее распространенных культур, после ячменя, используемых в пивоварении, так как является наиболее полноценным крахмалистым сырьем; с средним он содержит 11–12 % воды, 0,5–1,0 % жира, 67–72 % крахмала и 7–9 % белков. Исследования, проведенные учеными разных стран, показывают, что выход экстракта в пересчете на сухое вещество может достигать до 94 %, а в варочном отделении 80–83 %. Целесообразно использовать рис для производства пива, стойкого к коллоидному и холодному помутнению [1–3].

Ряд ученых изучали этот вопрос. Разумовская Р.Г., Нгуен В.Х., исследуя возможность получения солода из астраханского риса сорта «кубанский», пришли к выводу, что использование ЭХА-растворов позволяет интенсифицировать процесс солодоращения и улучшить качество солода [7].

Лебедева Е.Д. предлагает другой способ производства светлого пива, который предусматривает приготовление осахаренного пивного суслу следующего состава: 74 % солода светлого ячменного, 16 % рисовой крупы и до 10 % сахара. В результате получается стабильно качественный напиток, сохраняющий свои свойства на всем протяжении хранения, отличающийся по вкусовым и ароматическим показателям из ряда существующих сортов пива [8].

Учеными Китая было проанализировано качество различных сортов пива, сваренных из разных порций рисовых добавок. Результаты показали, что использование риса разной концентрации оказывает огромное влияние на профили органических кислот суслу и пива [20, 21].

Рис, используемый в качестве добавки для ферментации пива, будет хорошим несоложенным материалом в случае использования предварительной экструзионной обработки. Данный факт подтверждают результаты исследований, представленные в работе Zhang D., He Y., Ma C., Li H. [20].

Кукуруза также отличается высоким содержанием крахмала, что делает ее хорошим заменителем солода. Кукуруза содержит 60–

66 % крахмала, 9–10 % белков, а ее влажность составляет 12–14 %, имеет экстрактивность равную экстрактивности солода хорошего качества. Всего в кукурузе содержится около 66 % крахмала, причем 80–86 % от его общего количества находится в эндосперме, 9–11 % в зародыше и 6–9 % в оболочках [2].

Кукурузный крахмал состоит из амилопектина (78–81 %) и амилозы (21–23 %). Он имеет оптимальное соотношение амилозы и амилопектина, которое составляет 20/80 [4]. Особенность белков кукурузы заключается в низком содержании в них глобулинов и альбуминов. Кукуруза содержит в 3 раза меньше глобулинов, чем ячмень. В результате пиво, сваренное с использованием кукурузы, отличается высокой физико-химической стойкостью из-за низкого содержания β -глобулинов.

В настоящее время в разных странах уделяется большое внимание всестороннему изучению вопроса возможности использования кукурузы в пивоварении. В данном направлении активно проводятся исследования российскими [9], польскими, мексиканскими и другими учеными [22, 23], которые варили пиво с заменой части солода на кукурузную крупу. В результате исследований было установлено, что использование кукурузной крупы возможно в пивоварении, при этом повышаются качественные показатели и диетическая ценность пива, а оптимальное значение содержания кукурузной крупы составляет от 15 до 20 %.

На сегодняшний день наиболее перспективными видами несоложенного сырья, применяемыми в пивоварении, являются овес, цикорий и амарант [1, 3].

Усиливающий интерес к овсу в России в последнее время, как продовольственной культуре, обусловлен не только исключительно ценным аминокислотным составом белка, наличием витаминов, жира и крахмала высокого качества, но и антиаллергенными свойствами овсяных продуктов. В зерне овса содержится вода (13,5 %), углеводы (9,5 %), белки (10,7 %), клетчатка (4,7 %), липиды (3,2 %), зола и витамины [10].

Исследования, проводимые российскими и иностранными учеными, подтвердили возможность получения новых сортов пива с частичной заменой солода овсяной крупой или овсяной мукой при их содержании в составе засыпи от 5 до 20 % и от 10 до 100 % соответственно [10, 24–26].

Цикорий, как и овес, обладает полезными свойствами, оказывающими благоприятное воздействие на организм человека. При использовании цикория в производстве пива улучшаются органолептические показатели и повышается биологическая ценность напитка.

Исследования, проводимые научным коллективом, в состав которого вошли такие ученые, как Швец В.Н., Гулый И.С., Булий Ю.В., Тодосийчук С.Р., Домарецкий В.А., Рябенчук С.Л. и Онищук Л.И., подтвердили, что можно применять цикорий при приготовлении суслу для темного пива, если измельченный обжаренный цикорий используется в виде водного экстракта, полученного путем смешивания цикория с водой с температурой 20–25 °С при гидромодуле 1:5,5–6,0 и выдержки смеси в течение 15–30 минут, причем водный экстракт цикория вводится в охлажденное сусло [11].

Для создания новых сортов пива также используется амарант. Главной особенностью амаранта является сбалансированность его белка и повышенное содержание минеральных солей и витаминов (А и Е), железа и фосфора. Семена амаранта содержат легкоусвояемые белки с оптимальным соотношением незаменимых аминокислот (лизин и метионин) [1].

Амарант является перспективным несоложенным сырьем при производстве особых сортов пива, богатых витаминами, микро- и макроэлементами. Амарант всегда привлекал и привлекает внимание исследователей [12, 13, 27, 28].

Необходимо отметить, что на территории России встречается 15 видов амаранта, однако в Государственный реестр России входят всего 5 культур, которые используются в пищевой промышленности [14]. Из-за низкого содержания глютена амарант нашел широкое распространение в технологии диетических безглютеновых продуктов питания. Российскими учеными был изучен биохимический белково-липидный состав амарантовой муки, который показал, что она может быть использована в пивоварении, причем желательно использование «углеводной» амарантовой муки в количестве 20 % от засыпи зернопродуктов с целью снижения себестоимости и расширения ассортимента продукции.

В Российской Федерации использование несоложенных материалов разрешено законодательно. Необходимо отметить, что Феде-

ральным законом № 171-ФЗ от 22.11.1995 (ред. от 03.07.2016) допускается не полная, а частичная замена пивоваренного солода зерном и (или) продуктами его переработки (зернопродуктами), и (или) сахаросодержащими продуктами при условии, что их совокупная масса не превышает 20 % массы заменяемого пивоваренного солода, а масса сахаросодержащих продуктов не должна превышать 2 % [15].

В таких странах, как Бельгия, США, Аргентина, Бразилия замена солода несоложенными материалами также разрешена, однако там разрешается использовать более 20 % несоложенных материалов. В Китае, Канаде и Великобритании отсутствуют ограничения, в то время как в Германии согласно Закону «О чистоте пива» не допускается использовать несоложенные материалы [16].

Таким образом, при формировании товарного предложения на потребительском рынке производители пивоваренной продукции вправе использовать как традиционное, так и нетрадиционное сырье.

Литература

1. Несоложенное сырье. – <https://www.kazedu.kz/referat/137555/1>.
2. Меледина, Т.В. Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении / Т.В. Меледина. – СПб.: Профессия, 2003. – 304 с.
3. Кунце, В. Технология солода и пива / В. Кунце, Г. Мит. – СПб.: Профессия, 2003. – 912 с.
4. Чусова, А.Е. Применение кукурузы в пивоварении / А.Е. Чусова, Т.И. Романюк, М.Е. Трепачук // Инновационные решения при производстве продуктов питания из растительного сырья. – Воронеж: ВГТА, 2016. – С. 439–440.
5. Петров, Р.А. Разработка рациональной технологии затирания и кипячения пивного суслу с применением несоложенного ячменя / Р.А. Петров, О.Ю. Пивоварова, А.М. Хныкин, О.К. Иванова // Пиво и напитки. – 2012. – № 1. – С. 22–25.
6. Хоконова, М.Б. Выход экстракта в зависимости от доли несоложенного ячменя в заторе / М.Б. Хоконова, А.Ч. Кагермазова // Пиво и напитки. – 2016. – № 1. – С. 36–38.
7. Разумовская, Р.Г. Новый аспект использования Астраханского риса в пивоварении / Р.Г. Разумовская, В.Х. Нгуен // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2011. – № 3. – С. 26–29.
8. Дебедева, Е.Д. Способ производства пива «Клинское» светлое. Пат. 2209238, опуб. 25.09.2002 / Е.Д. Дебедева.
9. Нгуен, Ван Хынг, Использование кукурузы в пивоварении / Нгуен Ван Хынг, Р.Г. Разумовская // Вестник АГТУ. – 2010. – № 1. – С. 55–57.
10. Перевышина, Т.А. Перспективы применения овса в процессе производства суслу для новых сортов пива / Т.А. Перевышина, С.А. Емельянова // Вестник АПК Ставрополя. – 2014. – № 3. – С. 31–34.
11. Швеиц, В.Н. Способ приготовления суслу для темного пива. Пат. 1751186, опуб. 30.07.1992 / В.Н. Швеиц, И.С. Гулый, Ю.В. Булий и др.
12. Коновалова, А.И. Извлечение белковых препаратов из амаранта с предварительным удалением антипитательных веществ / А.И. Коновалова, Н.А. Соснина, Е.Н. Офицеров, С.Т. Минзанова // Амарант и люпин – источники новых и диетических продуктов. – СПб., 1996. – С. 82.
13. Букин, А.А. Применение амарантового широта и других видов нетрадиционного сырья в биотехнологических процессах получения пива: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.07 / А.А. Букин. – СПб., 2001. – 161 с.
14. Данина, М.М. Разработка технологии пива с амарантовой мукой / М.М. Данина, О.Б. Иванченко, М.Л. Доморощенко // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2016. – № 1. – С. 110–115.
15. Федеральный закон № 171-ФЗ от 22.11.1995 (ред. от 29.07.2017) «О государственном регулировании производства и оборота этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции и об ограничении потребления (распития) алкогольной продукции». – http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8368/.
16. Закон «О чистоте пива». – http://www.pivnovbar.ru/page/show/zakon_o_chi_stote_piva.htm.
17. Logrieco A., Moretti A., Solfrizzo M. Alternaria toxins and plant diseases: An overview of origin, occurrence and risks // World Mycotoxin Journal. – 2009, no. 2, pp. 129–140.
18. Milicevic, D. Mycotoxins in the food chain – old problems and new solution // Tehn mesa. – 2009, no. 50, pp. 99–111.

19. Kretova, Y.I. *Modern aspects of modeling of technological processes to solve problems of increasing energy and resource efficiency of food production // Procedia Engineering.* – 2015, no. 129, pp. 294–299.

20. Zhang, D., He Y., Ma C., Li H. *Improvement of beer flavour with extruded rice as adjunct // Journal of the Institute of Brewing,* 2017, no. 123, pp. 259–267.

21. Li, H., Liu F. *Changes in organic acids during beer fermentation // Journal of the American Society of Brewing Chemists.* – 2015, no. 73, pp. 275–279.

22. Poreda, A., Czarnik, A., Zdaniewicz, M., Jakubowski, M., Antkiewicz, P. *Corn grist adjunct – application and influence on the brewing process and beer quality // Journal of the Institute of Brewing.* – 2014, no. 120, pp. 77–81.

23. Cortés-Ceballos, E., Nava-Valdez, Y., Pérez-Carrillo, E., Serna-Saldívar, S.O. *Effect of the use of thermoplastic extruded corn or sorghum starches on the brewing performance of lager beers // Journal of the American Society of Brewing Chemists.* – 2015, no. 73, pp. 318–322.

24. Schnitzenbaumer, B., Arendt, E.K. *Brewing with up to 40 % unmalted oats (Avena sativa) and sorghum (Sorghum bicolor): a review // Journal of the Institute of Brewing.* – 2014, no. 120, pp. 315–330.

25. Schnitzenbaumer, B., Kaspar, J., Titze, J., Arendt, E.K. *Implementation of commercial oat and sorghum flours in brewing // European Food Research and Technology.* – 2014, no. 238, pp. 515–525.

26. Kordialik-Bogacka, E., Bogdan, P., Diowksz, A. *Malted and unmalted oats in brewing // Journal of the Institute of Brewing.* – 2014, no. 120, pp. 390–398.

27. Silva-Sánchez, C., Barba De La Rosa, A.P., León-Galván, M.F., De Lumen, B.O., De León-Rodríguez, A., González De Mejía, E. *Bioactive peptides in amaranth (Amaranthus hypochondriacus) seed,* 2008, no. 56, pp. 1233–1240.

28. de Meo, B., Freeman G., Marconi O., Booer C., Perretti G., Fantozzi, P. *Behaviour of malted cereals and pseudo-cereals for gluten-free beer production // Journal of the Institute of Brewing.* – 2011, no. 117, pp. 541–546.

Кретова Юлия Игоревна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры пищевых и биотехнологий, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), kretova555@mail.ru

Поступила в редакцию 14 октября 2017 г.

DOI: 10.14529/food170402

PROSPECTS OF USING NON-TRADITIONAL RAW MATERIAL IN BREWING TECHNOLOGY: DOMESTIC AND FOREIGN EXPERIENCE

Yu.I. Kretova

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

Nowadays, despite the fact that the beer market in the world is dynamically changing, the problem of extending beer's assortment and decreasing its self-cost still remains relevant. Resource-saving technologies allow for solving this problem. Malt is the main traditional raw material component in the classic technology of brewing, but its full use is not always possible for manufacturers because of the difficult economic situation. An efficient solution of this problem is using non-traditional raw material of plant origin. The use of unmalted materials allows for increasing product's quality and decreasing its self-cost, which makes this tendency especially applicable when creating new sorts of beer under conditions of enhancing competition. Therefore, more and more enterprises starts using such grain crops as barley, rice, corn, wheat, rye, oats, sorghum, millet, and triticale. The article provides a review of modern inventions in the sphere of

using innovative brewing technologies with the use of non-traditional raw material of plant origin instead of part of malt, in order to form the determined quality level of the prepared beverage. Analysis of scientific research in the sphere of using modern methods of increasing beer's quality, conducted in our country and abroad, allowed determining that characteristic properties of the beverage depend directly on a series of factors, including the type of processed raw material, the methods and mode parameters of its processing, and on specificities of technological processes and their changes during the stages of production. This fact needs to be considered by manufacturers of brewing products for proving the formation of product offer during practical implementation of manufacturing under conditions of strong competition in the consumer market.

Keywords: resource-saving technologies, beer, malt, unmalted raw material, barley, rice, corn, oats, chicory, amaranth.

References

1. *Nesolozhenoe syr'e* [Unmalted raw material]. Available at: <https://www.kazedu.kz/referat/137555/1>.
2. Meledina T.V. *Syr'e i vspomogatel'nye materialy v pivovarenii* [Raw material and accessory materials in brewing]. St. Petersburg, Professiya Publ., 2003. 304 p.
3. Kuntse V., Mit G. *Tekhnologiya soloda i piva* [Technology of malt and beer]. St. Petersburg, Professiya Publ., 2003. 912 p.
4. Chusova A.E., Romanyuk T.I., Trepachuk M.E. [The use of corn in brewing]. *Innovatsionnye resheniya pri proizvodstve produktov pitaniya iz rastitel'nogo syr'ya* [Innovative decisions while producing food products out of plant-based raw material], 2016, pp. 439–440. (in Russ.)
5. Petrov R.A., Pivovarova O.Yu., Khnykin A.M., Ivanova O.K. [Developing a rational technology of mashing and boiling of beer wort using unmalted barley]. *Pivo i napitki* [Beer and beverages], 2012, no. 1, pp. 22–25. (in Russ.)
6. Khokonova M.B., Kagermazova A.Ch. [Extraction yield depending on the fraction of unmalted barley in a mash]. *Pivo i napitki* [Beer and beverages], 2016, no. 1, pp. 36–38. (in Russ.)
7. Razumovskaya R.G., Nguen V.Kh. [The new aspect of using Astrakhan rice in brewing]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy* [Proceedings of the Voronezh state university of engineering technologies], 2011, no. 3, pp. 26–29. (in Russ.)
8. Lebedeva E.D. *Sposob proizvodstva piva «Klinskoe» svetloe* [Method of producing the Klinskoe pale beer]. Patent No. 2209238, published on 25.09.2002].
9. Nguen Van Khyng, Razumovskaya R.G. [The use of corn in brewing]. *Vestnik AGTU* [Vestnik of Astrakhan State Technical University], 2010, no. 1, pp. 55–57. (in Russ.)
10. Perevyshina T.A., Emel'yanova S.A. [Prospects of oats in production new beers]. *Vestnik APK Stavropol'ya* [Agricultural Bulletin of Stavropol Region], 2014, no. 3, pp. 31–34. (in Russ.)
11. Shvets V.N., Gulyy I.S., Buliy Yu.V. et al. *Sposob prigotovleniya susla dlya temnogo piva* [A method of preparing wort for dark beer]. Patent No. 1751186, published on 30.07.1992.
12. Konovalova A.I., Sosnina N.A., Ofitserov E.N., Minzanova S.T. *Iz vlechenie belkovykh preparatov iz amaranta s predvaritel'nym udaleniem antipitatel'nykh veshchestv* [Extraction of protein preparations from amaranth with preliminary elimination of anti-nutritive substances]. *Amarant i lyupin – istochniki novykh i dieticheskikh produktov* [Amaranth and lupine – the sources of new and dietary products]. St. Petersburg, 1996, p. 82.
13. Bukin A.A. *Primenenie amarantovogo shrota i drugikh vidov netraditsionnogo syr'ya v biotekhnologicheskikh protsessakh polucheniya piva* [The use of amaranth meal and other types of non-traditional raw material in biotechnological processes of obtaining beer]. Dissertation for Candidacy of Sciences. St. Petersburg, 2001. 161 p.
14. Danina M.M., Ivanchenko O.B., Domoroshchenkova M.L. [Development beer technology with amaranth flour]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy* [Proceedings of the Voronezh state university of engineering technologies], 2016, no. 1, pp. 110–115. (in Russ.) DOI: 10.20914/2310-1202-2016-1-110-115
15. *Federal'nyy zakon № 171-FZ ot 22.11.1995 (red. ot 29.07.2017) "O gosudarstvennom regulirovanii proizvodstva i oborota etilovogo spirita, alkogol'noy i spirtosoderzhashchey produktsii i ob ogranichenii potrebleniya (raspitiya) alkogol'noy produktsii"* [Federal Law of the Russian Federa-

tion of November 22, 1995 No. 171-FZ. About state regulation of production and turnover of ethyl alcohol, alcoholic and alcohol-containing products and about restriction of consumption (drinking) of alcoholic products. (The last edition from 29-07-2017)]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8368/

16. *Zakon "O chistote piva"* [The German Beer Purity Law]. Available at: http://www.pivnovbar.ru/page/show/zakon_o_chistote_piva.htm.

17. Logrieco A., Moretti A., Solfrizzo M. Alternaria toxins and plant diseases: An overview of origin, occurrence and risks. *World Mycotoxin Journal*, 2009, no. 2, pp. 129–140. DOI: 10.3920/WMJ2009.1145

18. Milicevic D. Mycotoxins in the food chain – old problems and new solution. *Tehn mesa*, 2009, no. 50, pp. 99–111.

19. Kretova Y.I. Modern aspects of modeling of technological processes to solve problems of increasing energy and resource efficiency of food production. *Procedia Engineering*, 2015, no. 129, pp. 294–299. DOI: 10.1016/j.proeng.2015.12.065

20. Zhang D., He Y., Ma C., Li H. Improvement of beer flavour with extruded rice as adjunct. *Journal of the Institute of Brewing*, 2017, no. 123, pp. 259–267. DOI: 10.1002/jib.423

21. Li, H., Liu F. Changes in organic acids during beer fermentation. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 2015, no. 73, pp. 275–279. DOI: 10.1094/ASBCJ-2015-0509-01

22. Poreda A., Czarnik A., Zdaniewicz M., Jakubowski M., Antkiewicz P. Corn grist adjunct – application and influence on the brewing process and beer quality. *Journal of the Institute of Brewing*, 2014, no. 120, pp. 77–81. DOI: 10.1002/jib.115

23. Cortés-Ceballos, E., Nava-Valdez, Y., Pérez-Carrillo, E., Serna-Saldívar, S.O. Effect of the use of thermoplastic extruded corn or sorghum starches on the brewing performance of lager beers. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 2015, no. 73, pp. 318–322. DOI: 10.1094/ASBCJ-2015-1002-01

24. Schnitzenbaumer B., Arendt E.K. Brewing with up to 40 % unmalted oats (*Avena sativa*) and sorghum (*Sorghum bicolor*): a review. *Journal of the Institute of Brewing*, 2014, no. 120, pp. 315–330. DOI: 10.1002/jib.152

25. Schnitzenbaumer B., Kaspar J., Titze J., Arendt E.K. Implementation of commercial oat and sorghum flours in brewing. *European Food Research and Technology*, 2014, no. 238, pp. 515–525. DOI: 10.1007/s00217-013-2129-0

26. Kordialik-Bogacka E., Bogdan P., Diowksz A. Malted and unmalted oats in brewing. *Journal of the Institute of Brewing*, 2014, no. 120, pp. 390–398. DOI: 10.1002/jib.178

27. Silva-Sánchez C., Barba De La Rosa A.P., León-Galván M.F., De Lumen B.O., De León-Rodríguez A., González De Mejía E. *Bioactive peptides in amaranth (Amaranthus hypochondriacus) seed*, 2008, no. 56, pp. 1233–1240. DOI: 10.1021/jf072911z

28. de Meo B., Freeman G., Marconi O., Boer C., Perretti G., Fantozzi P. Behaviour of malted cereals and pseudo-cereals for gluten-free beer production. *Journal of the Institute of Brewing*, 2011, no. 117, pp. 541–546. DOI: 10.1002/j.2050-0416.2011.tb00502.x

Yulia I. Kretova, Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor of the Department of Food and Biotechnology, South Ural State University (Chelyabinsk), kretova555@mail.ru

Received 14 October 2017

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Кретова, Ю.И. Перспективы использования нетрадиционного сырья в технологии пивоварения: отечественный и зарубежный опыт / Ю.И. Кретова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2017. – Т. 5, № 4. – С. 12–18. DOI: 10.14529/food170402

FOR CITATION

Kretova Yu.I. Prospects of Using Non-Traditional Raw Material in Brewing Technology: Domestic and Foreign Experience. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2017, vol. 5, no. 4, pp. 12–18. (in Russ.) DOI: 10.14529/food170402