

# Экологические проблемы биохимии и технологии

УДК 663.4

DOI: 10.14529/food170107

## БЕЗОПАСНОСТЬ СЫРЬЕВЫХ КОМПОНЕНТОВ В ПИВОВАРЕНИИ – СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ПРОБЛЕМУ

Ю.И. Кретьова

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

Проведен анализ состояния современного рынка пивоваренной отрасли в России. Установлено, что в настоящее время в России сохраняется высокая импортная зависимость по отдельным видам сельскохозяйственной продукции вследствие низкого качества сырьевых компонентов, вызванного высокой восприимчивостью зерновой культуры к фитопатогенным микроорганизмам. В таких условиях российским производителям очень сложно производить продукцию, способную конкурировать с мировыми лидерами. Пивоваренная промышленность не стала исключением: ежегодно в Россию импортируется более 40 % солода. В связи с этим необходимо все большее внимание уделять вопросам безопасности и качества сырьевых компонентов на зерновой основе. Заражение грибами рода *Alternaria* различных зерновых культур, в том числе и ячменя, встречается повсеместно. Наиболее опасным итогом заражения семян следует считать накопление значительного количества микотоксинов грибных метаболитов, вредных как для человека, так и животных. Микологический анализ зараженности зерна ячменя пивоваренного выявил присутствие в микробиоте различных видов грибов, в том числе относящихся и к роду *Alternaria*: отмечался высокий процент зараженности зерна данной грибной инфекцией (в контрольных образцах этот показатель составил более 50 %). В связи с этим поиск путей минимизации опасных факторов позволит нам обеспечить эффективное использование сырьевых ресурсов и безопасность продуктов их переработки в технологии пивоварения. Одним из эффективных, на наш взгляд, является обеззараживание зерна ячменя энергией электромагнитного поля сверхвысокой частоты, поскольку данный вид воздействия при скорости нагрева 0,6–0,8 °C/c и экспозиции обработки 60–90 с вызывает обеззараживающий эффект практически по всем видам грибной инфекции, в том числе и по грибам рода *Alternaria*.

**Ключевые слова:** ячмень, микотоксины, зараженность зерна, грибы *Alternaria*, сверхвысокочастотный нагрев.

Сегодня российский рынок пива находится в сложной ситуации, поскольку показатель загрузки производственных мощностей в данной отрасли составляет менее 60 % [1]. Общее сокращение рынка пива напрямую влияет на деятельность поставщиков. К сожалению, на сегодняшний день в России не каждая компания-поставщик может гарантировать высокое качество сырья [2].

В этих условиях российские производители должны производить продукцию, способную конкурировать с мировыми лидерами. Это становится возможным только в том случае, если в технологии производства пива используются сырьевые компоненты заданного уровня качества. Однако на сегодняшний день выполнение данного требования является сложной задачей, поскольку значительная часть сырьевых ресурсов не достигают номи-

нального значения по некоторым показателям качества [3]. Такое сырье может быть источником опасных для здоровья человека веществ, которые попадают в него из окружающей среды [4–12].

При исследовании качества пива разных торговых марок, производимых различными предприятиями и реализуемых в Уральском регионе, мы определили, что качество напитка отечественного производителя по некоторым характеристикам уступает продукции зарубежных предприятий [3]. Данный факт является основанием предполагать, что для изготовления отечественного напитка использовались зерновые компоненты низкого качества.

Одним из важных факторов, определяющих качество зерна, является обилие и видовой состав микробиоты. Заселяющие зерно ячменя пивоваренного микроорганизмы ока-

зывают существенное влияние на его технологические свойства. Поражение микроорганизмами зерна происходит в процессе вегетации и созревания. В состав микроорганизмов, обсеменяющих свежееубранное зерно, входят бактерии, мицелиальные грибы, вирусы, дрожжи и актиномицеты. Общее количество микроорганизмов в 1 грамме свежееубранного ячменя составляет в среднем  $10^6$  клеток.

В процессе уборки, перевозки и хранения количественный и качественный состав микрофлоры зерна постепенно изменяется. На начальном этапе зерно поражается «полевыми грибами» (*Alternaria*, *Fusarium*, *Bipolaris*, *Cladosporium*), бактериальной микрофлорой (*Pseudomonas*, *Bacillus*) и в незначительном количестве дрожжами.

Грибы рода *Alternaria* представляют собой наиболее распространенный компонент микробиома зерна. Проблема альтернариозов зерновых культур возникла давно. В России первые сообщения о частом обнаружении грибов р. *Alternaria* на ячмене появились в 1903 году [13].

В настоящее время альтернариозы зерновых культур в нашей стране имеют широкое распространение, о чем свидетельствуют публикации последних лет [4, 14, 15–17]. Поэтому сегодня проблема микотоксинов приобретает большой масштаб. Многие учёные связывают это с интенсификацией земледелия и повсеместным применением пестицидов, которые нарушают естественный природный баланс [4, 5–12].

Исследования, которые проводились учеными, подтверждают, что афлатоксин представляет собой токсичное, мутагенное и канцерогенное соединение, которое загрязняет не только зерновое сырье, семена масличных культур, некоторые фрукты, овощи, но и различные виды сельскохозяйственной продукции, среди которых арахис является одним из наиболее чувствительных продуктов питания [12, 18, 19].

Исследования, проведенные в Сербии и Германии, обнаружили высокие концентрации (более 50%) афлатоксинов после уборки урожая пшеницы в разные периоды [5, 20].

Для того, чтобы минимизировать риск получения зерновой массы низкого качества, необходимо своевременно использовать такие технологические возможности, которые позволят обеспечить экологическую безопасность пищевых производств. Одним из эф-

фективных, на наш взгляд, является обеззараживание зерна ячменя энергией электромагнитного поля сверхвысокой частоты. Новизна и эффективность применения технологического решения подтверждена патентами Российской Федерации [22, 23]. Отличительная особенность технологического решения заключается в том, что обработку зерна ячменя проводят при влажности зерна 15,5–17,5 %, что позволяет сохранить способность зерна к прорастанию и повысить его технологические свойства.

Для подтверждения нашей гипотезы о том, что для изготовления отечественного напитка использовались сырьевые компоненты низкого качества, нами были проведены исследования качества зерна ячменя пивоваренного, взятого из разных партий.

Микологический анализ зараженности зерна ячменя пивоваренного выявил присутствие в микробиоте различных видов грибов, относящихся к родам *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Bipolaris*, *Cladosporium*), *Penicillium*, *Mucor* и другие. Наиболее распространенными среди выявленных микромицетов оказались представители *Alternaria* и *Fusarium*. Отмечался высокий процент зараженности зерна грибной инфекцией, в контрольных образцах этот показатель составил от 50 до 78 % в зависимости от партий (см. таблицу).

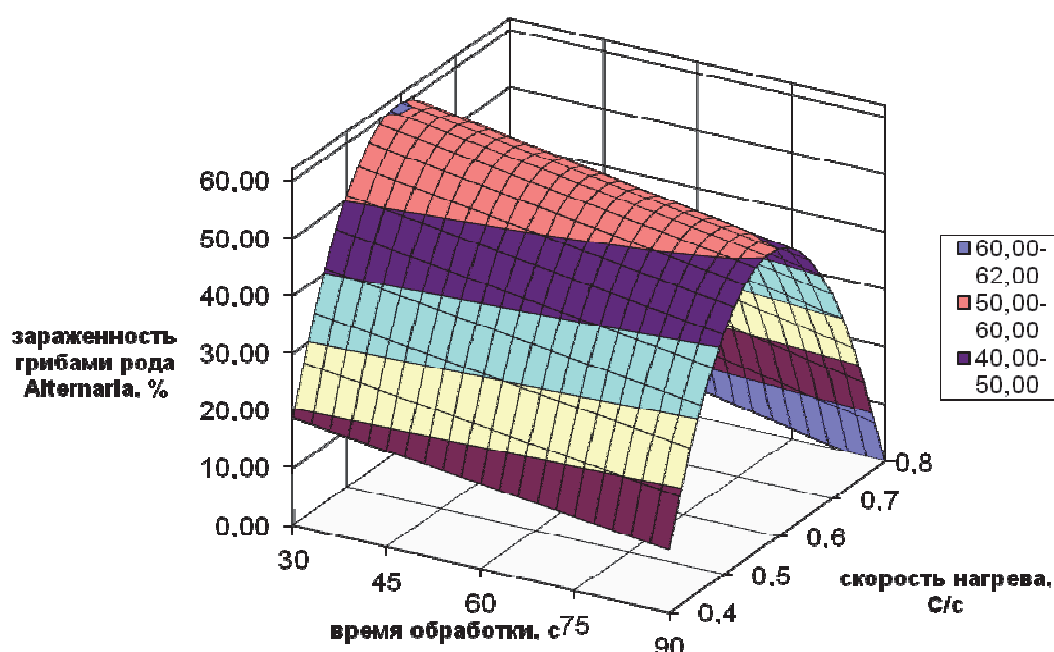
Воздействие грибов рода *Alternaria* на зерно ячменя отрицательно сказывается на качестве солода, суслу и пива. В связи с этим поиск путей минимизации опасных факторов позволит нам обеспечить эффективное использование сырьевых ресурсов и безопасность продуктов их переработки.

Одним из эффективных экологически безопасных является обеззараживание зерна энергией электромагнитного поля сверхвысокой частоты [21]. Нами было установлено, что данный вид электрофизического воздействия при скорости нагрева 0,6–0,8 °C/с и экспозиции обработки 60–90 с вызывает обеззараживающий эффект практически по всем видам грибной инфекции (см. рисунок) [22, 23].

При минимальных нагрузках СВЧ-поля наблюдается значительное снижение зараженности зерна грибами данного рода по сравнению с контролем даже при невысокой температуре нагрева (30 °C). Дальнейшее увеличение нагрузки СВЧ-поля (до 0,6 °C/с), независимо от экспозиции обработки, приводит к активному развитию микроорганизмов, зараженность

## Экспериментальные данные исследования

Номер варианта	Температура нагрева, °С	Зараженность грибной инфекцией, %	
		<i>p. Alternaria</i>	
1	78	0	
2	35	14	
3	52	19	
4	30	37	
5	63	2	
6	33	41	
7	62	0	
8	48	44	
9	55	14	
10	23	31	



Зараженность зерна ячменя пивоваренного грибами *p. Alternaria*  
в зависимости от параметров СВЧ-поля

зерна возбудителями данного рода грибов достигает 50–60 %. При таких условиях обильно развивается мицелий гриба, который может вызвать потемнение оболочки зерновки. При условии, когда скорость нагрева высокая (0,8 °C/c), а экспозиция достигает 30–90 с, зараженность зерна ячменя грибами рода *Alternaria* исчезает либо падает до уровня допустимых величин.

Варианты со скоростью нагрева 0,4 °C/c и экспозицией 30–90 с, а также варианты со скоростью нагрева 0,8 °C/c и экспозицией 30–90 с могут считаться эффективными для данного рода патогенов.

Таким образом, обработка зерна ячменя в СВЧ-поле при скорости нагрева 0,6–0,8 °C/c и экспозиции обработки 60–90 с вызывает обеззараживающий эффект практически по всем видам грибной инфекции. Эффективное обеззараживающее действие на возбудители рода *Alternaria* оказывают и другие параметры СВЧ-поля, а именно: скорость нагрева – 0,4 °C/c, экспозиция обработки – 30–90 с (температура нагрева составляет 30–52 °C); скорость нагрева – 0,8 °C/c, экспозиция обработки – 30–90 с (температура нагрева составляет 34–77 °C).

В целом можно отметить, что развитие мицелиальных грибов на зерне ячменя в про-

цессе хранения и производства солода можно устранить или значительно снизить при использовании энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты.

### Литература

1. Пиво в депрессии [Электронный ресурс]. – <http://www.gazeta.ru/business/2015>.
2. Импорт алкоголя в России [Электронный ресурс]. – <http://rbcdaily.ru/market>.
3. Потороко, И.Ю. Исследование факторов качества пива и пивных напитков, реализуемых в Уральском регионе / И.Ю. Потороко, Ю.И. Кретьова // Сборник материалов VIII-й Международной научно-практической конференции «Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг». – Орел, 2015. – С. 117–122.
4. Гангибал, Ф.Б. Виды рода *Alternaria* в семенах зерновых культур в России. / Ф.Б. Гангибал // Микология и фитопатология. – 2008. – № 42. – С. 359–368.
5. Janić Hajnal E. Orčić D., Torbica A., Kos J., Mastilović J., Škrinjar M. *Alternaria* toxins in wheat from the Autonomous Province of Vojvodina, Serbia: a preliminary survey // *Food Additives and Contaminants*, 2015, no. 32, pp. 361–370.
6. 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.
7. Li F.-Q., Toyazaki N., Yoshizawa T. Production of *Alternaria* mycotoxins by *Alternaria alternata* isolated from weather-damaged wheat // *Journal of Food Protection*, 2001, no. 64, pp. 567–571.
8. Scott P.M. Analysis of agricultural commodities and foods for *Alternaria* mycotoxins // *Journal of AOAC International*, 2001, no.84, pp. 1809–1817.
9. Milicevic D. Mycotoxins in the food chain – old problems and new solution // *Tehn mesa*, 2009, no. 50, pp. 99–111.
10. Richard J.L. Some major mycotoxins and their mycotoxicoses – an overview // *Int. J. Food Microbiol.*, 2007, no. 119, pp. 3–10.
11. Hussein H.S., Jeffrey M.B. Toxicity, metabolism, and impact of mycotoxins on humans and animals // *Toxicol*, 2001, no. 167, pp. 101–134.
12. Rossi F., Rizzotti L., Felis G.E., Torriani S. Horizontal gene transfer among microorganisms in food: current knowledge and future perspectives // *Food Microbiology*, 2014, no. 42, pp. 232–243.
13. Бондарцев, А.С. Растительные паразиты культурных и дикорастущих растений, собранные в Курской губернии летом 1901, 1903-1905 годов / А.С. Бондарцев. – СПб., 1906. – 52 с.
14. Logrieco A., Bottalico A., Solfrizzo M., Mule G. Incidence of *Alternaria* species in grains from Mediterranean countries and ability to produce mycotoxins // *Mycologia*, 1990, no. 82, pp. 501–505.
15. Webley D.J., Jackson K.L. Mycotoxins in cereals – a comparison between North America, Europe and Australia, Austral // *Postharvest Technical Conf*, 1998, pp. 63–66.
16. Гангибал, Ф.Б. Альтернариоз зерна – современный взгляд на проблему / Ф.Б. Гангибал // *Защита и карантин растений*. – 2014. – № 6. – С. 11–15.
17. Гаврилова, О.П. Зараженность зерна овса грибами *Fusarium* и *Alternaria* и ее сортовая специфика в условиях северо-запада России / О.П. Гаврилова, Ф.Б. Гангибал, Т.Ю. Гагкаева // *Сельскохозяйственная биология*. – 2016. – № 51. – С. 111–118.
18. Tibola C.S., Cunha Fernandes J.M., Guarienti E.M. Effect of cleaning, sorting and milling processes in wheat mycotoxin content // *Food Control*, 2016, no. 60, pp. 174–179.
19. Wu L.X., Ding X.X., Li P.W., Du X.H., Zhou H.Y., Bai Y.Zh., Zhang L.X. Aflatoxin contamination of peanuts at harvest in China from 2010 to 2013 and its relationship with climatic conditions // *Food Control*, 2016, no. 60, pp. 117–123.
20. Müller M., Van Der Waydbrink G., Peters M., Umann K., Seyfarth W., Contamination of winter wheat with *Alternaria* mycotoxins in the state of Brandenburg // *Mycotoxin Research*, 2002, no. 18, pp. 217–220.
21. Benlloch-Tinoco M., Igual M., Rodrigo D., Martínez-Navarrete N., Superiority of microwaves over conventional heating to preserve shelf-life and quality of kiwifruit puree // *Food Control*, 2015, no. 50, pp. 620–629.
22. Способ производства солода из пивоваренных сортов ячменя. Пат. 2283861, опубл. 20.09.2006 / Ю.И. Кретьова (Зданович), Г.И. Цугленок, Н.В. Цугленок и др.
23. Способ обработки зерна ячменя пивоваренных сортов при производстве солода. Пат. 2283861, опубл. 10.08.2015 / Ю.И. Кретьова, И.Ю. Потороко.

Кретьова Юлия Игоревна. Доцент кафедры пищевых и биотехнологий, к.с.-х.н., доцент, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), kretova555@mail.ru

Поступила в редакцию 11 ноября 2016 г.

DOI: 10.14529/food170107

## THE SAFETY OF RAW COMPONENTS IN BREWING: THE MODERN VIEW ON THE PROBLEM

*Yu.I. Kretova*

*South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation*

The paper deals with the analysis of brewing market in Russia. It's found out that at present Russia has high import dependence on some agricultural products as a result of low quality of raw components, caused by high sensibility of cereal crops to phytopathogenic microorganisms. Under such conditions it's difficult for Russian manufacturers to produce goods which can compete with the world leaders. The brewing sector hasn't become an exception. Annually, more than 40% of malt is imported in Russia. In this regard great attention should be paid to the issues of safety and quality of raw materials on the grain basis. The *Alternaria* contamination of different cereal crops, including barley, is commonly found. The most dangerous result of grain contamination is a significant amount of mycotoxins of fungal metabolites, harmful for both people and animals. The mycological analysis of malting barley contamination by this fungal infection has discovered the presence in the microbiota different types of fungi, including *Alternaria*. The high percent of grain contamination by this fungal infection has been registered (in check samples this indicator makes up more than 50 %). In this regard the search for ways of minimization of dangerous factors will enable us to guarantee the effective use of raw resources and safety of derivative products in the brewing technology. In the author's opinion, one of the effective ways is decontamination of barley grains by the electromagnetic field energy of ultra-high frequency, as this type of impact at the heating rate of 0.6–0.8 °C/s and the exposure of processing 60–90 s lead to the antiseptic effect practically in case of all types of fungal infections, including fungi *Alternaria*.

**Keywords:** barley, mycotoxins, seed contamination, fungi *Alternaria*, ultra-high frequency heating.

### References

1. *Pivo v depressii* [Beer in depression]. Available at: <http://www.gazeta.ru/business/2015>.
2. *Import alkogolya v Rossii* [The import of alcohol in Russia]. Available at: <http://rbcdaily.ru/market>.
3. Potoroko I.Yu., Kretova Yu.I. [The study of quality factors of beer and beer drinks realized in the Ural region]. *Sbornik materialov VIII-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Potrebitel'skiy ry-nok: kachestvo i bezopasnost' tovarov i uslug»* [The collection of articles of VIII International Scientific and Practical Conference "Consumer Market: the Quality and Safety of Goods and Services"]. Orel, 2015, pp. 117–122. (in Russ.)
4. Gangibal F.B. [Types of *Alternaria* in grains of cereal crops in Russia]. *Mikologiya i fitopatologiya* [Mycology and phytopathology], 2008, no. 42, pp. 359–368. (in Russ.)
5. Janić Hajnal E., Orčić D., Torbica A., Kos J., Mastilović J., Škrinjar M. *Alternaria* toxins in wheat from the Autonomous Province of Vojvodina, Serbia: a preliminary survey. *Food Additives and Contaminants*, 2015, no. 32, pp. 361–370. DOI: 10.1080/19440049.2015.1007533
6. 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
7. Li F.-Q., Toyazaki N., Yoshizawa T. Production of *Alternaria* mycotoxins by *Alternaria alternata* isolated from weather-damaged wheat. *Journal of Food Protection*, 2001, no. 64, pp. 567–571. DOI: 10.4315/0362-028X-64.4.567

8. Scott P.M. Analysis of agricultural commodities and foods for *Alternaria* mycotoxins. *Journal of AOAC International*, 2001, no. 84, pp. 1809–1817.
9. Milicevic D. Mycotoxins in the food chain – old problems and new solution. *Tehn mesa*, 2009, no. 50, pp. 99–111.
10. Richard J.L. Some major mycotoxins and their mycotoxicoses – an overview. *Int. J. Food Microbiol.*, 2007, no. 119, pp. 3–10. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2007.07.019
11. Hussein H.S., Jeffrey M.B. Toxicity, metabolism, and impact of mycotoxins on humans and animals. *Toxicol*, 2001, no. 167, pp. 101–134. DOI: 10.1016/S0300-483X(01)00471-1
12. Rossi F., Rizzotti L., Felis G.E., Torriani S. Horizontal gene transfer among microorganisms in food: current knowledge and future perspectives. *Food Microbiology*, 2014, no. 42, pp. 232–243. DOI: 10.1016/j.fm.2014.04.004
13. Bondartsev A.S. *Rastitel'nye parazity kul'turnykh i dikorastushchikh rasteniy, sobrannye v Kurskoy gubernii letom 1901, 1903–1905 godov* [Entophytes of cultivated and wild plants gathered in the Kursk province at summer of 1901, 1903–1905]. St. Petersburg, 1906, 52 p.
14. Logrieco A., Bottalico A., Solfrizzo M., Mule G. Incidence of *Alternaria* species in grains from Mediterranean countries and ability to produce mycotoxins. *Mycologia*, 1990, no. 82, pp. 501–505. DOI: 10.2307/3760022
15. Webley D. J., Jackson K.L. Mycotoxins in cereals – a comparison between North America, Europa and Australia, Austral. *Postharvest Technical Conf.*, 1998, pp. 63–66.
16. Gangibal F.B. [Alternaria blight: a modern view on the problem]. *Zashchita i karantin rasteniy* [Protection and plant quarantine], 2014, no. 6, pp. 11–15. (in Russ.)
17. Gavrilova O.P., Gannibal F.B., Gagkaeva T.Yu. Fusarium and Alternaria fungi in grain of oats grown in the north-western Russia regarding cultivar specificity. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* [Agricultural Biology], 2016, no. 51, pp. 111–118. DOI: 10.15389/agrobiol.2016.1.111eng
18. Tibola C.S., Cunha Fernandes J.M., Guarienti E.M. Effect of cleaning, sorting and milling processes in wheat mycotoxin content. *Food Control*, 2016, no. 60, pp. 174–179. DOI: 10.1016/j.foodcont.2015.07.031
19. Wu L.X., Ding X.X., Li P.W., Du X.H., Zhou H.Y., Bai Y.Zh., Zhang L.X. Aflatoxin contamination of peanuts at harvest in China from 2010 to 2013 and its relationship with climatic conditions. *Food Control*, 2016, no. 60, pp. 117–123. DOI: 10.1016/j.foodcont.2015.06.029
20. Müller M., Van Der Waydbrink G., Peters M., Umann K., Seyfarth W., Contamination of winter wheat with Alternaria mycotoxins in the state of Brandenburg. *Mycotoxin Research*, 2002, no. 18, pp. 217–220.
21. Benlloch-Tinoco M., Igual M., Rodrigo D., Martínez-Navarrete N., Superiority of microwaves over conventional heating to preserve shelf-life and quality of kiwifruit puree. *Food Control*, 2015, no. 50, pp. 620–629. DOI: 10.1016/j.foodcont.2014.10.006
22. Kretova Yu.I. (Zdanovich), Tsuglenok G.I., Tsuglenok N.V. et al. *Sposob proizvodstva soloda iz pivovarennykh sortov yachmenya* [The method of producing malt from brewing barley varieties. Patent 2283861, published 20.09.2006]. Pat. 2283861, opub. 20.09.2006.
23. Kretova Yu.I., Potoroko I.Yu. *Sposob obrabotki zerna yachmenya pivovarennykh sortov pri proizvodstve soloda* [The method of processing of malting barley grains when producing malt. Patent 2283861, published 10.08.2015]. Pat. 2283861, opub. 10.08.2015.

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

*Received 11 November 2016*

---

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Кретова, Ю.И. Безопасность сырьевых компонентов в пивоварении – современный взгляд на проблему / Ю.И. Кретова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2017. – Т. 5, № 1. – С. 53–58. DOI: 10.14529/food170107

### FOR CITATION

Kretova Yu.I. The Safety of Raw Components in Brewing: the Modern View on the Problem. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2017, vol. 5, no. 1, pp. 53–58. (in Russ.) DOI: 10.14529/food170107