

Технологические процессы и оборудование

УДК 664.72

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ В ПРОЦЕССЕ СОЛОДORAЩЕНИЯ

Ю.И. Кретова

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

Несмотря на то, что пищевая и перерабатывающая промышленность занимает лидирующее положение в структуре промышленного производства России, существует ряд проблем, связанных с высокой импортной зависимостью страны по отдельным видам сельскохозяйственной продукции и продовольствия. В связи с этим приоритетными задачами в сфере производства пищевых продуктов являются внедрение современных достижений науки и техники, а также использование ресурсосберегающих технологий и технических средств. Пивоваренная отрасль не стала исключением в решении данных задач. В данной отрасли существует ряд проблем, связанных с недостатком качественного зернового сырья. Традиционной зерновой культурой для производства солода и пива является ячмень. В технологии производства солода самым длительным и ответственным этапом является процесс проращивания зерна, который будет проходить успешно при условии, что качество зерна ячменя является удовлетворительным. Поскольку качество зерна не удовлетворяет требованиям солодоращения и последующего его использования в пивоварении, в связи с этим технологический цикл требует обоснованного и целенаправленного процесса обработки зерна перед солодоращением. Современные научно-исследовательские разработки позволяют не только улучшить этот процесс, но и совершенствовать его. Предлагаемый нами способ обработки позволяет повысить качество солода, а следовательно, и качество самого конечного продукта – пива, при использовании нестандартного зерна ячменя и одновременно снижение затрат на производство пива. Особенность предлагаемого способа заключается в том, что после обработки в СВЧ-поле осуществляют сортировку ячменя по классам, после которой отсортированный ячмень либо отправляют на замачивание и далее на солодоращение и приготовление пива, либо повторно обрабатывают в СВЧ-поле с заранее заданными параметрами воздействия.

Ключевые слова: солодоращение, зерно ячменя, безопасность, фитопатогенные микроорганизмы, обработка зерна, электрофизические методы воздействия.

На сегодняшний день, несмотря на то, что пищевая и перерабатывающая промышленность занимает лидирующее положение в структуре промышленного производства России, в которой наблюдается увеличение объемов производства российских продуктов питания, существует ряд проблем, связанных с высокой импортной зависимостью страны по отдельным видам сельскохозяйственной продукции и продовольствия [1].

В связи с этим приоритетными задачами в сфере производства пищевых продуктов являются: внедрение современных достижений науки и техники для повышения качества сырья и готовой продукции, а также использование ресурсосберегающих технологий и технических средств [1].

Пивоваренная отрасль не стала исключением в решении данных задач, в ней существ-

ует ряд проблем, связанных с недостатком зернового сырья с определенными качественными характеристиками.

Ячмень для производства пива – традиционная зерновая культура, так как изготовляемый из него солод придает пиву те специфические вкус и аромат, которые отличают его от других продуктов брожения. Технология производства солода предусматривает следующие операции: замачивание, проращивание очищенного и отсортированного зерна и сушку свежепросоженного солода [2].

Самым длительным и ответственным этапом является процесс проращивания зерна, который будет проходить успешно при условии, что качество зерна ячменя является удовлетворительным [2].

В настоящее время на пивзаводы поступает большое количество товарных партий

зерна ячменя различного уровня качества, то есть встречается и нестандартное зерно, использование которого приводит к снижению качества пива из-за снижения качества самого солода и не позволяет снизить затраты на его производство за счет наличия потерь при обработке сырья. В связи с этим технологический цикл требует обоснованного и целенаправленного процесса обработки зерна перед солодоращением. Современные научно-исследовательские разработки позволяют не только улучшить этот процесс, но и совершенствовать его.

В основе наших исследований лежит решение технической задачи – устранение этого недостатка, а именно повышение качества солода, повышающего качество конечного продукта – пива, при использовании нестандартного зерна ячменя и одновременно снижение затрат на производство пива.

Зерновые культуры, в том числе и ячмень, поражаются микроорганизмами еще в процессе созревания, так как развитие бактериальной микрофлоры на зерне может происходить в поле, в хранилищах и при проращивании. Микроорганизмы, поражающие зерно, наносят значительный ущерб качеству как самого зерна, так и качеству солода и пива [3, 4, 16–18].

Известна обработка растений ячменя препаратом алкилксибензол (АОБ), при которой уже на стадии колошения значительно снижается загрязнение зерна ячменя как бактериями, так и мицелиальными грибами [5].

Недостатком такого способа является его трудоемкость, так как обработку необходимо осуществлять на разных стадиях технологического цикла (замачивание, солодоращение и др.).

Поскольку поступающее на пивзаводы количество партий зерна ячменя, зараженного инфекцией, увеличивается, становится актуальной задачей его обеззараживание прежде, чем ячмень поступит на дальнейшую переработку или хранение.

Известно, что некоторые физические факторы обладают стерилизующим эффектом, угнетая развитие микроорганизмов. Например, использование γ -лучей, ультразвука, электронно-ионной технологии и других физических методов обработки зерна дает положительные результаты. Однако микроорганизмы имеют различную чувствительность к физическим факторам воздействия, так, к

действию γ -лучей и ультразвука были устойчивы мицелиальные грибы, а ИК-лучи, наоборот, угнетают развитие мицелиальных грибов, но в меньшей степени воздействуют на бактерии [6, 12–15].

Таким образом, ни один из этих способов не обеспечивает полное обеззараживание от вирусов и грибов.

Известен способ обработки зерна ячменя повышенной влажности электрическим током частотой 50–10 000 Гц и определение влияния переменного тока на солодоращение ячменя. Способ стимулирует всхожесть ячменя и повышает активность всех гидролитических ферментов. После первого замачивания и обработки зерна микроэлектротоком частотой 200 Гц наблюдается хорошо воспроизводимый рост всех показателей солода, необходимых для получения пива [7].

Недостаток указанного способа заключается в том, что он не оказывает существенного влияния на обеззараживание зерна ячменя от вредной микрофлоры, что очень важно для приготовления пива высокого качества.

Наиболее близким является способ производства солода из пивоваренных сортов ячменя, предусматривающий обработку зерна ячменя, включающую промывку ячменя водой перед замачиванием, определение влажности ячменя, обработку его в поле сверхвысоких частот (СВЧ). Пивоваренный ячмень влажностью 15,5–17,5 % обрабатывают в СВЧ-поле с частотой 2450 МГц, со скоростью нагрева зерна 0,4–0,8 °С/с в течение 60–90 с до конечной температуры продукта 57–60 °С. Это позволяет обеспечить снижение обсеменности ячменя микроорганизмами, активацию роста при солодоращении, снижение потерь ценных веществ, улучшение качества, получение экологически чистого ячменя при снижении энергозатрат [8].

Как уже отмечено ранее, на пивзаводы поступает большое количество товарных партий зерна ячменя с различными параметрами, т. е. нестандартное зерно, что в значительной мере влияет на качество пива из-за снижения качества самого солода и не позволяет снизить затраты на его производство за счет наличия потерь при обработке сырья. Наша задача заключалась в устранении этого недостатка.

Указанная задача решается тем, что в способе обработки зерна ячменя пивоваренных сортов при производстве солода, вклю-

чающем промывку ячменя водой, обработку ячменя влажностью 15,5–17,5 % в СВЧ-поле с частотой 2450 МГц, со скоростью нагрева зерна 0,4–0,8 °С/с в течение 60–90 с до конечной температуры 58–60 °С, замачивание, солодоращение, согласно нашим исследованиям, после обработки в СВЧ-поле осуществляют сортировку ячменя на I-й и II-й классы по крупности и выравненности зерна, после которой ячмень I-го класса отправляют на замачивание, а ячмень II-го класса повторно обрабатывают в СВЧ-поле с частотой 2450 МГц со скоростью нагрева зерна 0,1–0,3 °С/с в течение 95–125 с.

Отличительная особенность предлагаемого способа заключается в том, что после обработки в СВЧ-поле осуществляют сортировку ячменя на I-й и II-й классы по крупности и выравненности зерна, после которой отсортированный ячмень I-го класса отправляют на замачивание и далее на солодоращение и приготовление пива. Оставшееся зерно ячменя II-го класса повторно обрабатывают в СВЧ-поле с частотой 2450 МГц, но уже с другими параметрами – со скоростью нагрева зерна 0,1–0,3 °С/с в течение 95–125 с.

Эта особенность способа дает возможность получить из нестандартного зерна солод, по своим показателям приближающийся к солоду II-го класса, а из ячменя II-го класса – солод I-го класса, а полученный солод используют для производства качественного пива. Кроме того, исключаются потери из-за отбраковки и возврата партий зерна ячменя, что снижает затраты на производство пива. Зерно I-го класса, полученное после сортировки по крупности и выравненности, соответствует ГОСТ 5060-86.

Крупное зерно содержит больше веществ, определяющих плотность пива; оно равномерно замачивается, равномерно растворяется, меньше греется при соложении, что влияет на улучшение качества солода [9].

Кроме того, повторная обработка в СВЧ-поле оставшегося зерна с указанными режимами гарантирует получение микробиологически чистой продукции. В результате мы обеспечиваем повышение качества солода (или пива) и практически безотходное производство за счет исключения потерь зерна путем повышения качества при повторной СВЧ-обработке отсортированного зерна.

В табл. 1 представлены режимы обработ-

ки ячменя. Учитывая, что изучали два фактора ($m = 2$), влияющих на технологию солодоращения (процесс проращивания), выбрали план активного планирования эксперимента Кона-2.

Входными параметрами были: экспозиция обработки (τ , с) и скорость нагрева (V_t , °С/с). Входные параметры варьировались на 3-х уровнях: минимум, среднее, максимум. Экспозиция обработки была равна 95; 110 и 125 с, а скорость нагрева составляла 0,1; 0,2 и 0,3 °С/с.

Таблица 1
Режимы обработки ячменя

№ варианта	Режимы		Температура, °С
	Экспозиция обработки τ , с	Скорость нагрева V_t , °С/с	
1	125	0,3	87
2	125	0,1	58
3	95	0,3	49
4	95	0,1	36
5	125	0,2	71
6	95	0,2	45
7	110	0,3	79
8	110	0,1	52
9	110	0,2	63
10	Контроль		20

В табл. 2 представлены результаты влияния СВЧ-энергии на фитопатогенный комплекс зерна ячменя после сортировки; в табл. 3 – результаты влияния СВЧ-энергии на интенсивность прорастания зерна ячменя.

Принятый план активного планирования эксперимента позволил получить влияние 2-х факторов на обеззараживание зерна при 9 вариантах опыта. Эксперимент проводили в 3-кратной повторности.

Таким образом, совершенствование технологии обработки зернового сырья позволило нам, во-первых, получить из нестандартного зерна ячменя солод, по своим показателям приближающийся к солоду II-го класса, а из ячменя II-го класса – солод I-го класса; во-вторых, получить микробиологически чистую продукцию, что исключает отбраковку и возврат партий зерна ячменя пивоваренного.

Предлагаемый способ может быть использован не только при получении пива и кваса, но и в хлебопечении, и в кондитерском производстве, где по технологии предусмотрено использование солода.

Таблица 2

Результаты влияния СВЧ-энергии на фитопатогенный комплекс зерна ячменя

Объект исследования	Температура нагрева, °С	Зараженных зерен ячменя, %				
		Aspergillus	Alternaria	Penicillium	Fusarium	Mucor
Ячмень пивоваренный	87	0	0	0	0	11
	58	0	10	6	2	16
	49	0	14	8	1	19
	36	71	29	5	3	21
	71	0	2	0	0	16
	45	9	31	7	1	18
	79	0	0	0	0	9
	52	34	36	5	2	15
	63	0	8	3	1	7
23	100	31	21	6	49	

Таблица 3

Результаты влияния СВЧ-энергии на интенсивность прорастания зерна ячменя

№ вари-анта	Режимы		Температура, °С	Количество проросших зерен ячменя				
	Экспозиция обработки, τ, с	Скорость нагрева V _т , °С/с		Повторность			Среднее значение, шт.	%
				I	II	III		
1	125	0,3	87	0	0	0	0	0
2	125	0,1	58	15	15	14	14,47	58,67
3	95	0,3	49	9	10	11	10,0	40,0
4	95	0,1	36	22	21	20	21,0	84
5	125	0,2	71	0	0	0	0	0
6	95	0,2	45	11	11	10	10,67	42,7
7	110	0,3	79	0	0	0	0	0
8	110	0,1	52	19	22	22	21,0	84,0
9	110	0,2	63	19	17	17	17,67	70,7
10	Контроль			20	18	20	19,33	77,3

Литература

1. Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности России на период до 2020 г. / Распоряжение Правительства РФ от 17 апреля 2012 г. № 559-р.
2. Технология солода, пива и безалкогольных напитков / К.А. Калуяни, В.Л. Яровенко, В.А. Домарецкий, Р.А. Колчев. – М.: Колос, 1992. – 446 с.
3. Билай, В.И. Микроорганизмы – возбудители болезней растений / В.И. Билай, Р.И. Гвояк, И.Г. Скрипаль. – Киев: Наукова думка, 1988. – 297 с.
4. Койшибаев, М.К. Болезни зерновых культур / М.К. Койшибаев. – Алма-Ата: Изд. КазНИИЗР, 2002. – 264 с.
5. Шаненко, Е.Ф. Влияние алкилоксибензола на технологические свойства и контаминацию пивоваренного ячменя / Е.Ф. Шаненко, Л.Н. Шабурова, С.Б. Витол, Эль-Регистан // Пиво и напитки. – 2005. – № 2. – С. 22–24.
6. Обеззараживание и подготовка семян к посеву // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1984. – № 4. – С. 12–14.
7. Зарубина, Е.П. Влияние частоты переменного тока на солодоращение ячменя / Е.П. Зарубина, С.Ф. Данько, Т.Н. Данильчук // Пиво и напитки. – 2003. – № 4. – С. 14–15.
8. Способ производства солода из пивоваренных сортов ячменя. Пат. 2283861, опуб. 20.09.2006, БИ 26 / Ю.И. Кретова (Зданович), Г.И. Цугленок, Н.В. Цугленок и др.
9. ГОСТ 5060-86 Ячмень пивоваренный. Технические условия.
10. Нилова, Л.П. Управление потребительскими свойствами обогащенных пищевых продуктов / Л.П. Нилова, Н.В. Вытовтов, Н.В. Науменко и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». 2011. – Вып. 20. – № 41 (258). – С. 185–191.
11. Кулебакина, Т.П. Микрофлора ячменя и ее влияние на качество солода и пива / Т.П.

Кулебакина, К.А. Калужани, А.И. Садова // Пивоваренная и безалкогольная промышленность: Обзорная информация. – Серия 10. – 1982. – 39 с.

12. Латина, Т.П. Характеристика микрофлоры пивоваренных ячменей / Т.П. Латина // Пиво и напитки. – 2001. – № 5. – С. 22–23.

13. Науменко, Н.В. Возможности использования биотехнологий при производстве пищевых продуктов / Н.В. Науменко // Актуальная биотехнология, 2013. – № 2(5). – С. 14–17.

14. Пучков, К.В. Применение ЭМП СВЧ в пищевой и перерабатывающей промышленности / К.В. Пучков // Вестник КрасГАУ. – Красноярск, 2002. – С. 40–41.

15. Цугленок, Н.В. Обеззараживающее действие электромагнитного поля высокой частоты на семена томата / Н.В. Цугленок,

Г.И. Цугленок, Г.Г. Юсупова // Вестник КрасГАУ, Красноярск. – 2002. – С. 33–37.

16. Шахматов, С.Н. Энергоресурсосберегающие технологии обработки продукции сельскохозяйственного производства / С.Н. Шахматов, Н.В. Цугленок // Вестник КрасГАУ, Красноярск. – 2002. – С. 25–32.

17. Юсупова, Г.Г. Обеззараживание зерна пшеницы энергией СВЧ-поля // Г.Г. Юсупова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – № 12. – С. 67–69.

18. Premyst Fermentacyjny I owocowo-warzynny. – 1979. – № 4. – P. 6–8.

19. Slayman, C.L. Movement of ions and electrogenesis in microorganisms / C.L. Slayman. – 1970. – V. 10, № 3. – P. 377–392.

20. Technica molitoria. – 1978. – № 6. – P. 385–386.

Кротова Юлия Игоревна. Зав. кафедрой оборудования и технологий пищевых производств, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), kretova555@mail.ru

Поступила в редакцию 20 декабря 2014 г.

IMPROVING THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF RAW GRAIN IN THE PROCESS OF MALTING

Y.I. Kretova

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

Despite the fact that the food and processing industry occupies a leading position in the industrial structure of Russia, there are several problems associated with the high import dependence of the country on certain types of agricultural products and foodstuffs. In this connection, the priorities in the area of food production is the introduction of modern science and technology, and the use of resource-saving technologies and equipment. The brewing industry is no exception in solving these problems. In this industry there are several problems associated with the lack of quality grain. Traditional crops for the production of malt and beer is barley. In the technology of production of malt longest and important stage is the process of germination, which will be held successfully, provided that the quality of barley grain is satisfactory. Since grain quality does not satisfy the requirements of malting and its subsequent use in brewing, concerning production cycle requires sound processing and purposeful grain before malting. Modern research and development can not only improve the process, but also to improve it. The proposed processing method allows us to improve the quality of malt, and hence the quality of the final product – beer using barley and nonstandard simultaneously reducing the cost of beer production. A peculiarity of the method consists in that after treatment in a microwave field is performed by sorting classes barley, barley after which sorted or sent on for further steeping and malting and brewing of beer, or re-treated in a microwave field with a predetermined exposure parameters.

Keywords: malting, barley grain, safety, phytopathogenic microorganisms, grain handling, electrical methods of influence.

References

1. Strategiya razvitiya pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti Rossii na period do 2020 g. Rasporuyazhenie Pravitel'stva RF ot 17 aprelya 2012 g. N 559-r. [The Development Strategy of Food and Processing Industry in Russia for the Period up to 2020 / Order of the Government of the Russian Federation on April 17, 2012, no. 559-p].
2. Kaluyants K.A., Yarovenko V.L., Domaretskiy V.A., Kolchev R.A. *Tekhnologiya soloda, piva i bezalkogol'nykh napitkov* [Technology Malt, Beer and Soft Drinks]. Moscow, Kolos Publ., 1992. 446 p.
3. Bilay V.I., Gvodyak R.I., Skripal' I.G. *Mikroorganizmy – vozбудiteli bolezney rasteniy* [Microorganisms – Pathogens of Plants]. Kiev, Naukova dumka Publ., 1988. 297 p.
4. Koyshibaev M.K. *Bolezni zernovykh kul'tur* [Diseases of Cereals]. Alma-Ata, 2002. 264 p.
5. Shanenko E.F., Shaburova L.N., Vitol S.B., El'-Registan. [Effect Alkylhydroxybenzenes on Technological Properties and Contamination of Malting Barley]. *Pivo i napitki* [Beer and Beverages]. 2005, no. 2, p. 22–24. (in Russ.)
6. Obezrazzhivanie i podgotovka semyan k posevu [Disinfection and Seed Preparation for Sowing]. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva* [Mechanization and Electrification of Agriculture]. 1984, no. 4, pp. 12–14. (in Russ.)
7. Zarubina E.P., Dan'ko S.F., Danil'chuk T.N. [The Effect of Frequency of the Alternating Current Malting Barley]. *Pivo i napitki* [Beer and Beverages]. 2003, no. 4, pp.14–15. (in Russ.)
8. Kretova Yu.I. (Zdanovich), Tsuglenok G.I., Tsuglenok N.V. et al. *Sposob proizvodstva soloda iz pivovarennykh sortov yachmenya* [The Method of Brewing Malt Production of Barley Varieties. Pat. 2283861, pub. 20.09.2006, BI 26]. Pat. 2283861, opub. 20.09.2006, BI 26.
9. *GOST 5060-86 Yachmen' pivovarennyy. Tekhnicheskie usloviya* [GOST 5060-86 Malting Barley. Technical Conditions].
10. Nilova L.P., Vytovtov N.V., Naumenko N.V., Kalinina I.V. Consumer properties of fortified foodstuff management. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management*, 2011, iss. 20, no. 41 (258), pp. 185 – 191. (in Russ.)
11. Kulebakina T.P., Kaluyants K.A., Sadova A.I. [The Microflora of Barley and its Impact on the Quality of Malt and Beer, Nonalcoholic]. *Pivovarennaya i bezalkogol'naya promyshlennost': Obzornaya informatsiya* [Brewing Industry: Overview]. Ser. 10. 982. 39 p. (in Russ.)
12. Lapina T.P. [Characteristics of Microflora Malting Barley]. *Pivo i napitki* [Beer and Beverages]. 2001, no. 5, pp. 22–23. (in Russ.)
13. Naumenko N.V. [The Possibility of Using Biotechnology in Food]. *Aktual'naya biotekhnologiya* [Current Biotechnology]. 2013, no. 2(5), pp. 14–17. (in Russ.)
14. Puchkov K.V. [The Use of Microwave EMFs in the Food Processing Industry]. *Vestnik KrasGAU* [Herald KrasGAU]. Krasnoyarsk, 2002, pp. 40–41. (in Russ.)
15. Tsuglenok N.V., Tsuglenok G.I., Yusupova G.G. [The Disinfecting Effect of the Electromagnetic Field of High Frequency on Tomato Seeds]. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin KrasGAU]. Krasnoyarsk, 2002, pp. 33–37. (in Russ.)
16. Shakhmatov S.N., Tsuglenok N.V. [Energy Saving Technologies Processing of Agricultural Production]. *Vestnik KrasGAU* [Herald KrasGAU]. Krasnoyarsk, 2002, pp. 25–32. (in Russ.)
17. Yusupova G.G. [Decontamination of wheat Energy Microwave Field]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and Processing of Agricultural raw materials]. 2003, no. 12, pp. 67–69. (in Russ.)
18. *Premyst Fermentatsyjny I owocowo-warzywny*. 1979, no. 4, pp. 6–8.
19. Slayman C.L. *Movement of ions and electrogenesis in microorganisms*. 1970, vol. 10, no. 3, pp. 377–392.
20. *Technica molitoria*, 1978, no. 6, pp. 385–386.

Kretova Julia Igorevna. Head. Chair of equipment and technology of food production, candidate of agricultural sciences, South Ural State University, kretova555@mail.ru

Received 20 December 2014

БИБЛИОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СТАТЬИ

Кретова, Ю.И. Совершенствование технологии обработки зернового сырья в процессе солодоращения / Ю.И. Кретова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2015. – Т. 3, № 2. – С. 27–32.

REFERENCE TO ARTICLE

Kretova Yu.I. Improving the technological process of raw grain in the process of malting. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2015, vol. 3, no. 2, pp. 27–32. (in Russ.)