

Научная статья

УДК 663.433

doi: 10.55196/2411-3492-2024-3-45-145-151

Возможность интенсификации солодоращения посредством использования комплекса ферментных препаратов

Мадина Борисовна Хоконова

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект
Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030

dinakbgsha77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2791-311X>

Аннотация. Данная работа посвящена выявлению изменений амилолитической активности и физико-химических показателей солода при обработке их комплексом ферментов. Для солодоращения применяли яровые сорта ячменя – Приазовский 9 (пивоваренный) и Виконт, допущенные к использованию в Северокавказском регионе. При солодоращении использовали следующие ферменты: Эльзим ПГА, Эльзим ПК, Эльзим БМА, Эльзим БАТ, Эльзим КС. Для усиления действия ферментов приготовили диэнзимную композицию (ДЭК), состоящую из Амилосубтилина ГЗх + Церемикса 6Х МГ в соотношении 1:1. Внесение всех ферментов способствует повышению амилолитической активности солода по сравнению с контролем. Наиболее высокую амилолитическую активность имели образцы солода, приготовленные с применением Эльзим КС. Исследования показали, что внесение ДЭК в концентрации 0,1% к массе зерна во время солодоращения повышает амилолитическую активность свежепросожденного солода по сравнению с контролем и образцами солода, в которые препараты были внесены индивидуально. Определено, что лучшим растворением обладал солод, полученный при использовании Эльзим КС. У обоих сортов об этом можно судить по увеличению экстрактивности, содержанию редуцирующих веществ и аминного азота. В лучшую сторону выделился сорт пивоваренного ячменя Приазовский 9. Применение ДЭК позволило улучшить качество солода, увеличить экстрактивность, число Кольбаха, содержание сбраживаемых веществ лабораторного суслу – аминного азота и редуцирующих веществ, снизить вязкость и увеличить амилолитическую активность ферментов солода. Для улучшения качества солода, полученного из отечественных сортов ячменя, можно рекомендовать ДЭК и Эльзим КС.

Ключевые слова: солодоращение, сорта ячменя, комплексы ферментов, амилолитическая активность, показатели качества, экстрактивность

Для цитирования. Хоконова М. Б. Возможность интенсификации солодоращения посредством использования комплекса ферментных препаратов // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 3(45). С. 145–151.
doi: 10.55196/2411-3492-2024-3-45-145-151

Original article

Possibility of intensifying malting through use of a complex of enzyme preparations

Madina B. Khokonova

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik,
Russia, 360030

dinakbgsha77@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2791-311X>

Abstract. This work is devoted to identifying changes in the amylolytic activity and physicochemical parameters of malt when they are treated with a complex of enzymes. For malting, spring barley varieties were used: Priazovsky 9 (brewery) and Viscount, approved for use in the North Caucasian region. The following enzymes were used for malting: Elzym PGA, Elzym PC, Elzym BMA, Elzym BAT, Elzym KS. To enhance the action of the enzymes, a dienzyme composition (DEC) was prepared, consisting of Amylosubtilin G3x + Ceremix 6X MG in a 1:1 ratio. The addition of all enzymes helps to increase the amylolytic activity of malt compared to the control. Malt samples prepared using Elzym KS had the highest amylolytic activity. Studies have shown that the addition of (DEC) at a concentration of 0.1% by weight of the grain during malting increases the amylolytic activity of freshly sprouted malt compared to the control and malt samples in which the drugs were added individually. It was determined that the malt obtained using Elzym KS had the best dissolution. In both varieties this can be judged by the increase in extract content, the content of reducing substances and amine nitrogen. The malting barley variety Priazovsky 9 stood out for the better. The use of DEC made it possible to improve the quality of the malt; increase extractivity, Kolbach number, content of fermentable substances of laboratory wort – amine nitrogen and reducing substances, reduce viscosity and increase the amylolytic activity of malt enzymes. To improve the quality of malt obtained from domestic barley varieties, we can recommend DEC and Elzym KS.

Keywords: malting, barley varieties, enzyme complexes, amylolytic activity, quality indicators, extract content

For citation. Khokonova M.B. Possibility of intensifying malting through use of a complex of enzyme preparations. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2024;3(45):145–151. (In Russ.). doi: 10.55196/2411-3492-2024-3-45-145-151

Введение. Одна из актуальных задач пивоваренной промышленности Кабардино-Балкарии – организация солодовенного производства на базе отечественных сортов пивоваренного ячменя [1]. Во-первых, ячмень для пивоваренных целей должен соответствовать ГОСТ 5060-86 «Ячмень пивоваренный. Технические условия», согласно которому содержание крахмала должно быть не менее 60%, белка не более 12% и экстрактивность, т.е. количество сухих веществ, используемых в сбраживании, не менее 75%. Для получения ячменя с такими характеристиками необходимы два условия: выращивание без азотных удобрений и прохладная погода в период созревания зерна. Во-вторых, солод из такого ячменя получается с высокими качественными характеристиками, соответствующий ГОСТ 29294-2021 «Солод пивоваренный. Технические условия».

На качество пива влияет химический состав ячменя. Пивоваренный ячмень должен иметь тонкую цветочную пленку, составляющую не более 7-9% массы зерен. Толстые пленки содержат больше полифенольных и горьких веществ, ухудшающих вкус пива. Важная технологическая характеристика – белковистость ячменя [2].

Соложение низкобелкового и высокобелкового ячменя требует разного режима: для

первого – холодного, для второго – теплого. Особая роль принадлежит влажности, так как все ферментативные процессы осуществляются только в водной среде. Высокобелковый ячмень для своего цитолитического и белкового растворения требует более высокой влажности, чем низкобелковый [3, 4].

Основным показателем для ведения солодоращения является равномерное развитие зародышевого листка, низкое число непроросших зерен и характер растворения мучнистого тела зерна. Длина зародышевого листка должна составлять от 2/3 до 3/4 длины зерна, для высокобелковистых – 3/4 – 1; число полностью непроросших зерен не выше 4%. Верхняя половина зерна должна легко растираться [5–8].

Целью работы являлось выявление изменений амилолитической активности и физико-химических показателей солода при обработке их комплексом ферментов.

Материалы, методы и объекты исследования. В исследованиях замачивание ячменя проводили воздушно-водяным способом при температуре 14-17°C до достижения влажности 43%. Ферментный препарат добавляли в замоченную воду в количестве 0,1% к массе замоченного ячменя и выдерживали 6 ч. Солод проращивали в солодорастильных ящиках пять суток, при этом поднимая температуру поэтапно с 14 до 17°C.

Количество влаги при этом составила 46%. При солодоращении контролем служил образец ярового ячменя, не подвергавшийся ферментной обработке.

Методика исследований общепринятая в пивоваренной отрасли [9].

При солодоращении использовали следующие ферменты: Эльзим ПГА – ферментный препарат, используемый в пивоварении на основе глюкоамилазы для осахаривания частично гидролизованного крахмала и декстринов до глюкозы в заторе при производстве пива; Эльзим ПК – ферментный препарат, используемый в пивоварении на основе кислот протеазы для гидролиза белков с образованием низкомолекулярных пептидов и свободных аминокислот в пивоваренном производстве; Эльзим БМА – ферментный препарат, используемый в пивоварении на основе мезофильной α -амилазы для гидролиза и разжижения клейстеризованного крахмала в пивоваренном производстве при стандартных температурах затирания; Эльзим БАТ – ферментный препарат, используемый в пивоварении на основе термостабильной α -

амилазы для гидролиза и разжижения клейстеризованного крахмала в пивоваренном производстве при повышенных температурах затирания; Эльзим КС – ферментный препарат, используемый в пивоварении и содержащий ксиланазный и бета-глюканазный ферментный комплекс для гидролиза некрахмалистых полисахаридов солода и несоложенных зернопродуктов и снижения вязкости суслу в пивоваренном производстве.

Чтобы усилить действие ферментов, приготовили диэнзимную композицию (ДЭК), состоящую из Амилосубтилина ГЗх + Церемикса 6Х МГ в соотношении 1:1.

Для солодоращения применяли яровые сорта ячменя – Приазовский 9 (пивоваренный) и Виконт, допущенные к использованию в Северокавказском регионе.

Результаты исследования. Основной показатель, определяющий качество пивоваренного солода – амилолитическая активность [10]. На рисунке 1 представлен график показателей амилолитической активности полученного пивоваренного солода из ярового ячменя сорта Приазовский 9:

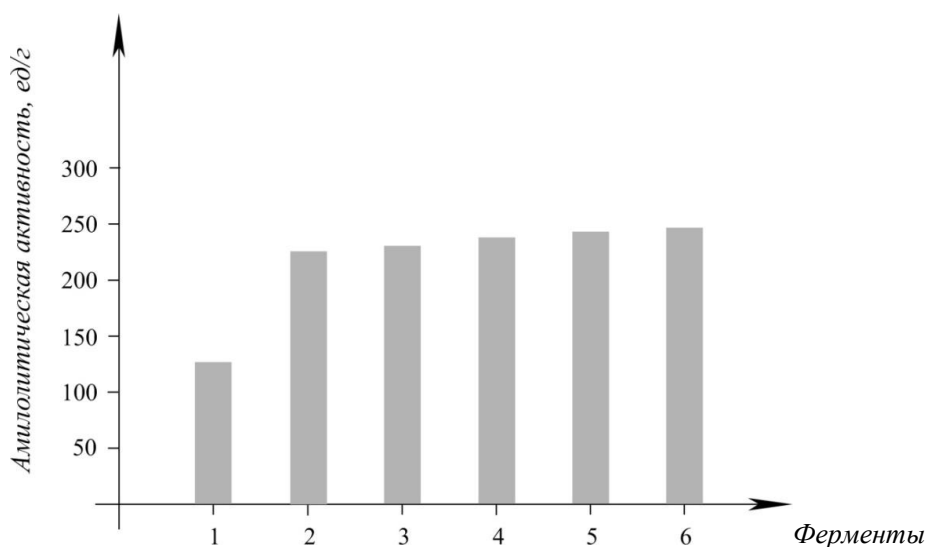


Рисунок 1. Варианты по показателям качества солода, с обработкой ферментами (сорт Приазовский 9):

1 – контроль без ферментов; 2 – Эльзим ПГА, 3 – Эльзим ПК; 4 – Эльзим БМА;

5 – Эльзим БАТ; 6 – Эльзим КС

Figure 1. Options for malt quality indicators, with enzyme treatment (Priazovsky 9 variety):

1 – control without enzymes; 2 – Elzyme PGA; 3 – Elzyme PC; 4 – Elzyme BMA;

5 – Elzyme BAT; 6 – Elzyme KS

У полученного свежепросоженного солода при внесении Эльзим ПГА, Эльзим ПК, Эльзим БМА, Эльзим БАТ амилолитическая активность увеличивалась на 9,4; 4,5; 11,8; 12,4 и 18,4% по сравнению с контролем.

Низкими показателями по амилолитической активности отмечен солод, полученный с применением Эльзим ПГА и Эльзим ПК.

Максимальная амилолитическая активность на варианте солода с примене-

нием Эльзим КС. Обработка солода ферментным комплексом ДЭК повысило амилитическую активность полученного солода в сравнении с контролем и другими вариантами применения ферментов. Максимальное увеличение составило 30,3% при сравнении с контрольным вариантом. Процесс характеризуется освобождением ферментов солода,

за счет чего наблюдается увеличение амилитической активности солода.

Далее исследовали физико-химические и технологические показатели опытного солода. Данные показатели в результате обработки ферментами были значительно выше контроля (табл. 1).

Таблица 1. Физико-химические показатели качества солода с применением ферментов
Table 1. Physico-chemical indicators of malt quality using enzymes

Показатель	Солод с ферментными препаратами					
	контроль	Эльзим ПГА	Эльзим ПК	Эльзим БМА	Эльзим БАТ	Эльзим КС
сорт Приазовский 9						
Влажность, %	6,2	5,8	5,7	5,4	5,3	4,6
Экстрактивность, %	76,7	77,9	78,0	78,3	79,2	79,9
Кислотность, к. ед.	1,1	1,0	0,98	0,97	0,97	0,95
Цветность, ц. ед.	0,31	0,29	0,26	0,25	0,23	0,20
Вязкость, мПА · с	1,62	1,59	1,56	1,51	1,48	1,45
Аминный азот, мг/100 г экстракта	272,2	264,0	263,4	262,2	261,0	260,2
Редуцирующие вещества, г/100 г экстракта	68,0	69,2	69,5	71,9	73,8	77,0
сорт Виконт						
Влажность, %	6,0	5,6	5,5	5,2	4,9	4,4
Экстрактивность, %	76,4	77,6	77,9	78,1	79,0	79,8
Кислотность, к. ед.	1,2	1,1	1,0	0,96	0,98	0,91
Цветность, ц. ед.	0,30	0,27	0,24	0,22	0,20	0,18
Вязкость, мПА · с	1,61	1,54	1,52	1,48	1,44	1,41
Аминный азот, мг/100 г экстракта	272,3	265,0	264,4	263,2	262,0	261,2
Редуцирующие вещества, г/100 г экстракта	66,0	68,8	69,1	71,5	73,4	76,3

Анализируя данные таблицы, видим, что при использовании фермента Эльзим КС полученный солод отличался лучшим растворением. Наиболее высокие показатели по экстрактивности сусле, редуцирующим веществам, аминному азоту в экстракте были у сорта Виконт, что превышало при сравнении с контрольным вариантом на 9,0; 10,0 и 10,9%. При рассмотрении кислотности и цветности сусле у обоих сортов наблюдалось увеличение на 14,8 и 18,5%, а по показателю вязкости сусле отмечено снижение до 12,4%.

Влияние диэнзимной композиции показало улучшение всех показателей готового со-

лода, по сравнению с контролем у сортов Приазовский 9 и Виконт повысилась экстрактивность сусле на 3,6 и 4,0%, аминный азот также увеличился на 13,5 и 15,6% и редуцирующие вещества на 9,2 и 8,5%.

По показателю влажности все варианты у обоих сортов соответствуют нормативной документации, но лучшими показателями отмечен вариант с использованием фермента Эльзим КС, при котором у сорта Приазовский 9 составила 4,6%, что на 0,2% меньше, чем у сорта Виконт.

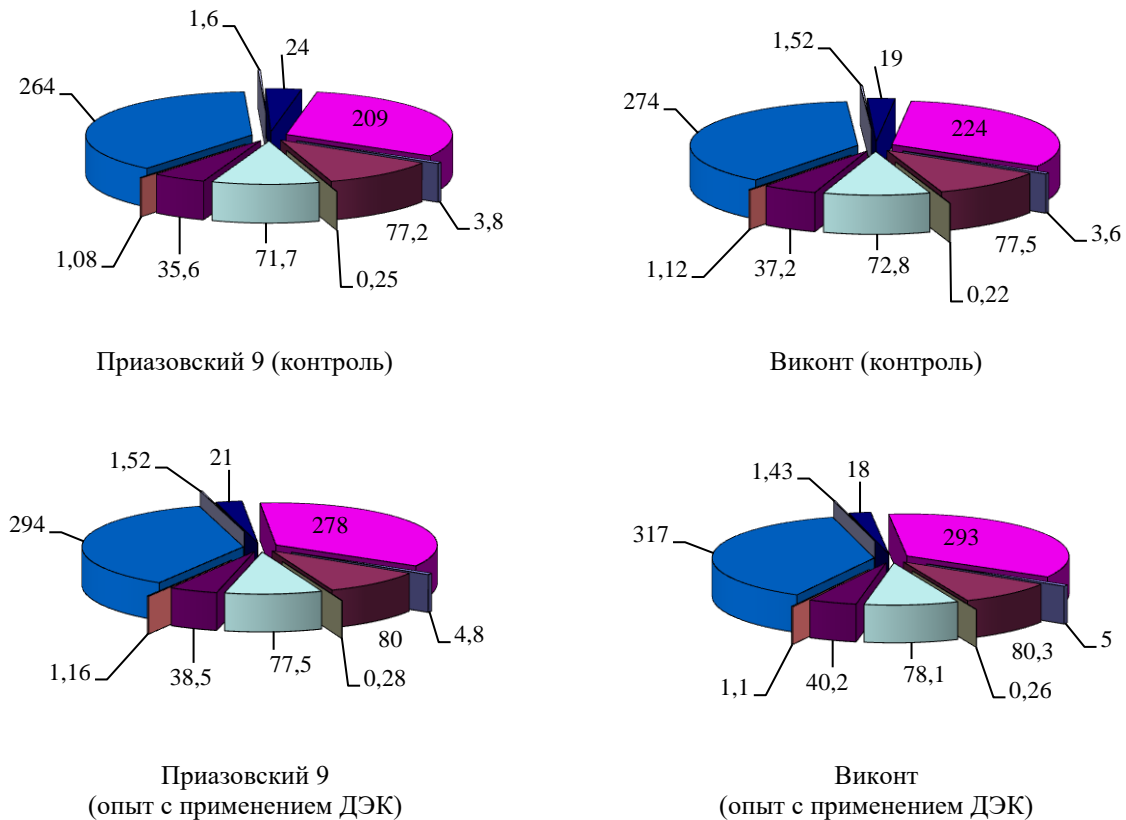


Рисунок 2. Показатели качества солода из ячменя сортов Приазовский 9 и Виконт, обработанного ДЭК

Figure 2. Quality indicators of malt from barley varieties Priazovsky 9 and Viscount treated with DEC

Анализы качества полученного солода показали, что в присутствии диэнзимной композиции, такие показатели как число Кольбаха, определяющий растворимость солода, полученного из ярового ячменя сорта Приазовский 9, увеличилось на 8,5%, а у сорта Виконт меньше на 0,3%. В результате отмечалось накопление активных ферментов, приведших к увеличению кислотности лабораторного сула из сортов Приазовский 9 и Виконт на 7,4 и 7,2% соответственно. Показатель вязкости сула у этих же сортов по сравнению с контролем – без обработки также снизился на 4,9 и 5,9%.

Такая же ситуация и на фоне применения диэнзимной композиции по показателю ами-

политической активности у сортов Приазовский 9 и Виконт, где увеличение наблюдается в рамках 32,8 и 32,0%.

После готовый солод анализировали по органолептическим показателям, а именно по внешнему виду, цвету, вкусу и запаху (табл. 2).

Данные таблицы свидетельствуют, что все варианты с применением ферментов и ДЭК по органолептическим показателям соответствуют ГОСТ 29294-2021 «Солод пивоваренный. Технические условия». В лучшую сторону отмечены варианты с использованием фермента Эльзим КС и ДЭК, где вкус свежепросоженного солода – слегка огуречный, запах – интенсивный солодо-

вый, цвет светло желтый или желтый. Полученный на контроле солод не обладал огуречным запахом и был сладковатый на

вкус, что говорит о протекавших в нем реакциях физико-химического и биохимического характера.

Таблица 2. Органолептические показатели качества солода с применением ферментов
Table 2. Organoleptic indicators of malt quality using enzymes

Показатель	Солод с ферментными препаратами						
	контроль	Эльзим ПГА	Эльзим ПК	Эльзим БМА	Эльзим БАТ	Эльзим КС	ДЭК
Внешний вид	Зерновая масса, однородная по цвету, без вредителей						
Цвет	от светло желтого до желтого	от желтого до темно- желтого	от желтого до темно- желтого	от светло желтого до светло- коричнево- го	от светло желтого до светло- коричнево- го	от светло желтого до желтого	от светло желтого до желтого
Вкус	солодо- вый, слад- коватый	солодовый, сладковатый	солодовый, сладкова- тый	солодовый, сладкова- тый	солодовый, слегка сладкова- тый	солодовый, слегка огуречный	солодовый, слегка огуречный
Запах	солодовый	солодовый, слабо выра- женный	солодовый, слабо выра- женный	солодовый, слабо выра- женный	солодовый, слабо выра- женный	солодовый, более выра- женный	солодовый, более выра- женный

Выводы. Таким образом, как следует из результатов исследований, в лучшую сторону выделился сорт пивоваренного ячменя Приазовский 9. Применение ДЭК позволило улучшить качество солода; увеличить экстрактивность, число Кольбаха, содержание сбраживаемых веществ лабораторного сусла

– аминного азота и редуцирующих веществ, снизить вязкость и увеличить амилолитическую активность ферментов солода. Для улучшения качества солода, полученного из отечественных сортов ячменя, можно рекомендовать ДЭК и Эльзим КС.

Список литературы

1. Хоконова М. Б. Применение ферментных препаратов в производстве пивоваренного солода // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2016. № 1(11). С. 50–54. EDN: ZCRGPI
2. Минходжов С. Н., Ермолаева Г. А. Исследование ячменя республики Таджикистан // Пиво и напитки. 2008. № 1. С. 21.
3. Хоконова М. Б., Цагоева О. К. Качественные показатели зерновых заторов, осахаренных ферментами глубинной культуры солода // Актуальная биотехнология. 2019. № 3(30). С. 244–248. EDN: UHGQSI
4. Хоконова М. Б., Терентьев С.Е. Рациональные способы дозировки хмеля в пивоваренном производстве // Пиво и напитки. 2017. № 2. С. 22–24. EDN: YMFMBZ
5. Ашапкин В. В., Кутуева Л. И., Захарова М. Г. Контроль качества продукции физико-химическими методами: учеб. пособие для студ. вузов. Москва: ДеЛи принт, 2005. 124 с.
6. Биохимия / под. ред. Северина Е. С. 5-е изд., испр. и доп. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008. 316 с.
7. Нечаев А. П., Шуб И. С., Аношина О. М. Технология пищевых производств / под. ред. А. П. Нечаева. Москва: КолосС, 2005. 768 с.
8. Качмазов Г. С. Дрожжи бродильных производств [Электронный ресурс]: практическое руководство. Санкт-Петербург: Лань, 2012. 224 с. URL: <http://e.lanbook.com>

9. Ермолаева Г. А. Справочник работника пивоваренного предприятия. Санкт-Петербург: Профессия, 2004. 536 с.
10. Фараджева Е. Д., Федоров В. А. Общая технология бродильных производств: учеб. пособие. Москва: Колос, 2002. 408 с.

References

1. Khokonova M.B. Application of enzyme preparations in the production of brewing malt. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2016;1(11):50–54. (In Russ.). EDN: ZCRGPI
2. Minhodzhov S.N., Ermolaeva G.A. Research on barley of the Republic of Tajikistan. *Beer and Drinks*. 2008;(1):21. (In Russ.)
3. Khokonova M.B., Tsagoeva O.K. Qualitative indicators of grain mashes saccharified with enzymes of deep malt culture. *Aktual'naya biotekhnologiya*. 2019;3(30):244–248. (In Russ.). <https://doi.org/10.20914/2304-4691-2019-3-244-248>. EDN: UHGQSI
4. Khokonova M.B., Terent'ev S.E. Rational ways of dosing hop in brewing industry. *Beer and Drinks*. 2017;(2):22–24. (In Russ.). EDN: YMFMBZ
5. Ashapkin V.V., Kutueva L.I., Zaharova M.G. *Kontrol' kachestva produktsii fiziko-khimicheskimi metodami: ucheb. posobiye dlya stud. vuzov* [Product quality control using physical and chemical methods: textbook. aid for students universities]. Moscow: DeLi print, 2005. 124 p. (In Russ.)
6. *Biohimiya* [Biochemistry]. Edited by E.S. Severin. Moscow: GEOTAR-Media, 2008. 316 p. (In Russ.)
7. Nechaev A.P., Shub I.S., Anoshina O.M. *Tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. Pod. red. A.P. Nechayeva* [Technology of food production. Edited by A.P. Nechaev]. Moscow: KolosS, 2005. 768 p. (In Russ.)
8. Kachmazov G.S. *Drozhzhi brodil'nykh proizvodstv: prakticheskoye rukovodstvo* [Fermentation yeast: a practical guide]. [Electronic resource]. Saint Petersburg: Lan', 2012. 224 p. URL: <http://e.lanbook.com> (In Russ.)
9. Ermolaeva G.A. *Spravochnik rabotnika pivovarennogo predpriyatija* [Brewery Worker's Handbook]. Saint Petersburg: Professija, 2004. 536 p. (In Russ.)
10. Faradzheva E.D., Fedorov V.A. *Obshhaja tehnologija brodil'nykh proizvodstv: ucheb. posobie* [General technology of fermentation production: textbook. allowance]. Moscow: Kolos, 2002. 408 p. (In Russ.)

Сведения об авторе

Хоконова Мадина Борисовна – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», SPIN-код: 4098-3325, Scopus ID: 57203266828

Information about the author

Madina B. Khokonova – Doctor of Agricultural Sciences, associate professor, Professor of the department of technology production and processing of agricultural products, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 4098-3325, Scopus ID: 57203266828

Статья поступила в редакцию 03.05.2024;
одобрена после рецензирования 22.05.2024;
принята к публикации 03.06.2024.

The article was submitted 03.05.2024;
approved after reviewing 22.05.2024;
accepted for publication 03.06.2024.