

Торайғыров университетінің
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Торайғыров университета

**ТОРАЙҒЫРОВ
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ**

Химия-биологиялық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



**ВЕСТНИК
ТОРАЙҒЫРОВ
УНИВЕРСИТЕТА**

Химико-биологическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3544

№ 3 (2023)

Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Торайгыров университета

Химико-биологическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ84VPY00029266

выдано
Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан

Тематическая направленность
публикация материалов в области химии, биологии, экологии,
сельскохозяйственных наук, медицины

Подписной индекс – 76134

<https://doi.org/10.48081/TIDJ1047>

Бас редакторы – главный редактор

Ержанов Н. Т.
д.б.н., профессор

Заместитель главного редактора
Ответственный секретарь

Ахметов К. К., *д.б.н., профессор*
Камкин В. А., *к.б.н., доцент*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Яковлев Р.В.,	<i>д.б.н., профессор (Россия);</i>
Титов С. В.,	<i>доктор PhD;</i>
Касанова А. Ж.,	<i>доктор PhD;</i>
Шокубаева З. Ж.	<i>(технический редактор).</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

***Ю. Ю. Миллер**

Сибирский университет потребительской кооперации,
Российская Федерация, г. Новосибирск

*e-mail: miller.yuliya@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ БИОКАТАЛИТИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ РЖИ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В ПРОИЗВОДСТВЕ НАПИТКОВ БРОЖЕНИЯ

Распространенными способами стимуляции солодоращения являются биохимические приемы обработки зерна на стадиях производства солода. В производстве напитков брожения кроме ячменного и пшеничного солодов довольно часто используют ржаной солод, однако, ржаное сырье отличается от других злаковых культур большим содержанием некрахмальных веществ, негативным образом влияющих на процессы приготовления зернового суслу, его сбраживания и, как следствие, качественные показатели напитков.

В работе представлен биокаталитический способ обработки ржи на стадии замачивания зерна перед его проращиванием с применением цитолитического ферментного препарата «Целмолаза», рекомендуемого к использованию в технологии в концентрации 0,6 % к массе обрабатываемого сырья. В качестве материалов исследования предложены два сорта ржи «Влада» и «Сибирь». Объектами исследования являлись исходная рожь, ржаной солод (на основе двух сортов), обработанный ферментным препаратом и ржаной солод, необработанный стимулятором (на основе тех же сортов).

Результатами исследования подтверждена эффективность биокаталитического воздействия на качественные и технологические показатели ржаного солода, в том числе наблюдается увеличение ферментативной активности (амилолитической на 41,1–43,3 %, цитолитической на 29,7–32,0 %) и экстрактивности солода, снижение содержания некрахмальных полисахаридов и продолжительности осахаривания.

Полученный ржаной неферментированный солод может быть рекомендован к использованию в производстве напитков брожения, в том числе в качестве сырья с высокой ферментативной активностью.

Ключевые слова: рожь, ржаной солод, биокаталитическое стимулирование, ферментный препарат «Целмолаза», биотехнология солода.

Введение

В производстве напитков брожения самым популярным сырьем являются зерновые культуры, которые содержат в первую очередь высокое количество углеводов в сравнении с другими видами растительного сырья. Традиционными злаковыми культурами в бродильной отрасли являются ячмень, пшеница и рожь. Рожь в отличие от двух других зерновых культур в своем углеводном составе содержит кроме крахмальных полисахаридов высокий уровень некрахмальных полимеров, в связи с чем при ее переработке возникают сложности с технологической точки зрения. Это в свою очередь приводит к ухудшению качественных и технологических показателей полупродукта (зернового сула) и в конечном итоге готового напитка.

С целью снижения негативного влияния химического состава используемого сырья на качественные показатели производимой продукции необходимо предусмотреть дополнительные мероприятия по подготовке сырья перед использованием его в технологии напитков. Одним из самых распространенных способов подготовки сырья с изменением его технологических характеристик является солодоращение, которое позволяет изменить химический состав зерновой культуры, сделать ее пригодной к использованию. Кроме этого усиливающим моментом в данном направлении является использование стимулирующих препаратов и специальных технологических режимов [1–3, 6, 7]. В случае использования сырья с высоким содержанием некрахмальных полисахаридов целесообразнее использовать ферментные препараты комплексного действия или узкой направленности (цитолитического действия) [4, 5].

Цель – исследование влияния биокаталитического воздействия на рожь при солодоращении на качественные и технологические показатели зерновой культуры.

Материал и методы исследования

Объекты исследования – рожь сортов «Влада», «Сибирь» с показателями качества, представленными в таблице 1; ржаной неферментированный солод, обработанный ферментным препаратом «Целмолаза»; ржаной

неферментированный солод, необработанный ферментным препаратом «Целмолаза».

Методы исследования – стандартные методы контроля сырья, полупродуктов и готовой продукции, применяемые в пивобезалкогольной отрасли.

Кроме стандартных и значимых технологических показателей, демонстрирующих качество зерна выше среднего уровня, определены показатели ферментативной активности, отвечающие за гидролитические процессы, происходящие в зерне в процессе солодоращения, – биокаталитический распад крахмальных полисахаридов (при воздействии ферментов амилолитического действия) и некрахмальных полимерных соединений (при воздействии цитолитических ферментов).

Таблица 1 – Качественные показатели ржи

Показатель	Рожь сорта «Влада»	Рожь сорта «Сибирь»
Цвет, запах, состояние	соответствуют здоровому зерну ржи	
Влажность, %	12,4±0,2	12,8±0,3
Содержание сорной примеси, %	1,70±0,03	1,72±0,03
Содержание зерновой примеси, %	3,40±0,05	3,20±0,03
Абсолютная масса, г	46,7±0,9	44,5±0,8
Способность прорастания, %	97,0±2,1	96,5±2,0
Содержание крахмала, %	54,1±0,8	53,9±0,7
Содержание некрахмальных полисахаридов (суммарно целлюлозы и гемицеллюлозы), %	2,80±0,02	3,10±0,02
Ферментативная активность:		
амилолитическая, ед./г	63,4±1,2	66,8±1,6
цитолитическая, ед./г	88,7±2,1	89,4±2,2

Поскольку в исследовании применяли дополнительную биокаталитическую обработку сырья ферментным препаратом, представляло интерес оценить его влияние (в дополнение к основным показателям качества ржаного сырья) на ферментативную активность ржи.

Результаты исследований

Солодоращения ржи проводили традиционной технологией по способу неферментированного ржаного солода (без стадии ферментации), предусматривающей классические технологические режимы и оборудование. После очистки и мойки зерно подвергали последовательно замачиванию, проращиванию, сушке, перед передачей на отлежку и хранение – удалению ростков. Способ замачивания – воздушно-водяной при температуре воды/воздуха 16–17 °С (42 часа), способ проращивания – по типу «ящичной» солодовни» при температуре 16–18 °С (4 суток), сушка – двухступенчатая при максимальной температуре $75,0 \pm 1,0$ °С.

При замачивании на заключительном этапе вносили ферментный препарат «Целмолазу» и выдерживали с ним образцы ржи в течение 6 часов, после этого передавали на проращивание. Рекомендуемое количество вносимого ферментного препарата – 0,6 % к массе зерна (установлено на основании эксперимента по использованию разной дозировки препарата с учетом рекомендаций производителя – от 0,2 до 0,8 %). В ходе исследований вели мониторинг накопления ферментативной активности в зерне – 1 раз в сутки. Результаты эксперимента представлены на рисунке 1, контроль – необработанная рожь.

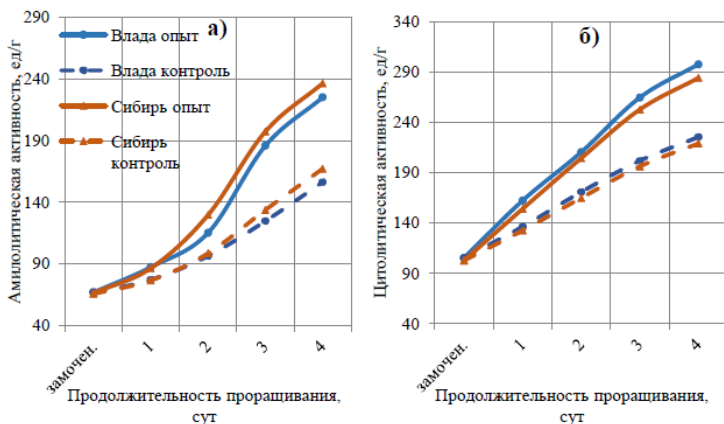


Рисунок 1 – Динамика ферментативной активности ржи:
а) амилолитическая активность, б) цитолитическая активность

В ходе исследования отмечена общая положительная тенденция в приросте ферментативной активности ржи в течение всего процесса

солодоращения. При этом более выраженные изменения наблюдаются в обоих сортах ржи, обработанной на стадии замачивания ферментным препаратом «Целмолаза». Так, к концу проращивания увеличение амилалитической активности обработанной ржи над необработанной составило 41,1 и 43,3 % соответственно для сортов «Сибирь» и «Влада». Более важным технологическим показателям по ферментативной активности ржи является цитолитическая активность, отвечающая за гидролиз некрахмальных полисахаридов, ее активность также на протяжении всего периода солодоращения увеличивалась, в случае использования дополнительной биокаталитической обработки преобладание активности ферментов опытных образцов на контрольных составило 29,7 и 32,0 % соответственно для тех же сортов.

Кроме ферментативной активности использование ферментного препарата при проращивании зерна позволяет улучшить в целом качественные показатели солода, в том числе экстрактивность и продолжительность осахаривания, чему свидетельствуют данные, представленные в таблице 2 (по сухому солоду).

Таблица 2 – Качественные показатели ржаного неферментированного солода

Показатель	Ржаной солод на основе сорта ржи «Влада»		Ржаной солод на основе сорта ржи «Сибирь»	
	опыт	контроль	опыт	контроль
Влажность, %	7,50±0,11	7,50±0,12	7,40±0,14	7,30±0,14
Массовая доля экстракта в сухом солоде (при горячем экстрагировании), %	82,1±1,6	79,8±1,1	83,1±1,7	80,5±1,2
Продолжительность осахаривания, мин	20,0±0,5	26,0±0,5	21,0±0,5	27,0±0,5
Кислотность солода (при горячем экстрагировании), %	12,9±0,5	12,7±0,5	13,0±0,5	12,8±0,5
Содержание крахмала, %	51,2±0,8	53,1±0,9	50,9±0,8	52,2±0,9
Содержание некрахмальных полисахаридов (суммарно целлюлозы и гемицеллюлозы), %	1,70±0,01	2,40±0,02	1,9±0,01	2,60±0,02
Ферментативная активность: амилолитическая, ед./г цитолитическая, ед./г	194,3±5,9 281,4±5,6	164,2±4,7 201,7±5,1	184,3±5,2 273,4±5,1	160,1±4,9 203,4±5,1

Из представленных в таблице 2 данных видно, что применение ферментного препарата на стадии замачивания ржи стимулирует ферментообразование и, как следствие действия этих ферментов – гидролитический распад крахмальных и некрахмальных полимерных веществ, что в первую очередь значимо в случае снижения содержания некрахмальных полисахаридов. Кроме этого, отмечено снижение продолжительности осахаривания, следовательно – ускорение процесса затирания зернопродуктов при приготовлении зернового сусла.

Полученный данным способом солод может быть использован в технологии напитков брожения, например, в производстве кваса. За счет повышенной ферментативной активности солода процесс приготовления зернового сусла, используемого в последующем при брожении, может быть ускорен. Данный эффект достигается за счет сокращения продолжительности осахаривания затора и снижения продолжительности фильтрации затора ввиду низкого содержания некрахмальных веществ, обуславливающих вязкость затора, в результате чего сусло (полупродукт напитков брожения) получается прозрачным, с высоким содержанием экстрактивных веществ, в том числе углеводов низкой молекулярной фракции – необходимых при брожении.

Выводы

Таким образом, предлагаемый способ биокаталитического воздействия на зерно ржи при солодоращении позволяет интенсифицировать процесс получения ржаного солода, улучшить его качественные и технологические показатели. С целью усиления биокатализа рекомендуется использовать ферментный препарат цитолитического действия «Целмолаза». Стимулятор необходимо вносить на заключительном этапе замачивания зерна, с технологической и экономической точек зрения – в концентрации 0,6 % к массе сырья.

Данный биокаталитический способ можно рассматривать как вариант биохимического стимулирования процессов солодоращения – самых популярных и востребованных способов интенсификации технологических этапов, применяемых на солодовенных производствах. Полученный таким образом солод может быть использован в технологии напитков брожения.

Список использованных источников

1 **Кацурба, Т. В.** Селенит натрия как интенсификатор солодоращения для пивоваренного ячменя / Т. В. Кацурба, С. Н. Евстафьев, В. К. Франтенко,

А. И. Демина // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2018. – Т. 8. – № 1 (24). – С. 67–73.

2 **Киселева, Т. Ф.** Исследование возможности применения биологически активных веществ в производстве нетрадиционных солодов / Т. Ф. Киселева, Ю. Ю. Миллер, А. Л. Верещагин, Ю. В. Гребенникова // Ползуновский вестник. – 2019. – № 1. – С. 23–27.

3 **Мукайлов, М. Д.** Способ улучшения качества солода / М. Д. Мукайлов, М. Б. Хоконова // Проблемы развития АПК региона. – 2018. – № 3 (35). – С. 181–184.

4 **Семенюта, А. А.** Солодоращение гречихи : способы замачивания зерна и их влияние на качество солода / А. А. Семенюта, Т. В. Танашкина // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 1 (166). – С. 143–149.

5 **Урбанчик, Е. Н.** Изменение активности альфа-амилазы в зерне ржи белорусской селекции в процессе проращивания / Е. Н. Урбанчик, М. Н. Галдова, А. И. Масальцева // В сборнике: Техника и технология пищевых производств. Материалы XIII Международной научно-технической конференции. – Могилев, 2020. – С. 109–110.

6 **Агафонов, Г. В.** Влияние ферментного препарата Церемикс бхтмг на показатели качества овсяного солода / Г. В. Агафонов, А. Е. Чусова, А. В. Зеленкова, В. Е. Плотникова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2018. – № 3. – С. 128–133.

7 **Хоконова, М. Б.** Использование дополнительных ферментных препаратов при соложении / М. Б. Хоконова // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета имени В. М. Кокова. – 2019. – № 2 (24). – С. 87–90.

8 **Basinci, F.** Mitigation of acrylamide formation during malt processing / F. Basinci, B. A. Mogol, S. Guler, V. Gökmen, H. Koxsel // Journal of Cereal Science, 2022. – Vol. 106.

9 **Hattingh, M.** Malting of barley with combinations of Lactobacillus plantarum, Aspergillus niger, Trichoderma reesei, Rhizopus oligosporus and Geotrichum candidum to enhance malt quality // M. Hattingh, A. Alexander, I. Meijering, C.A. van Reenen, L. M. T. Dicks // International Journal of Food Microbiology, 2017. – Vol. 173. – P. 36–40.

10 **Wu, J.** Effects of laccase and cellulase on saccharification of barley malt / J. Wu, Z. Lu, J. Wang, H. Gan, J. Wang, C. Jin, G. Yan, C. Yu, Y. Zhou, W. Wang // Heliyon, 2022. – Vol. 8.

11 **Zou, J.** UPLC-Q-TOF-MS/MS analysis on the chemical composition of malts under different germination cycles and prepared with different

processing methods / J. Zou, S. Wu, B. Sheng, J. An, J. Meng, W. Xiong, J. Tao, W. Han, L. Zhao, H. Xu, Y. Chen // *Fitoterapia*, 2023. – Vol. 165.

References

1 **Kacurba, T. V.** Selenit natriya kak intensivikator solodorashcheniya dlya pivovarennoy yachmenya [Sodium selenite as an intensifier of malting for malting barley] / T. V. Kacurba, S. N. Evstafev, V. K. Frantenko, A. I. Demina // *Izvestiya vuzov. Prikladnaya himiya i biotekhnologiya*. 2018. – T. 8. – № 1 (24). – P. 67–73.

2 **Kiseleva, T. F.** Issledovanie vozmozhnosti primeniya biologicheski aktivnykh veshchestv v proizvodstve netraditsionnykh solodov [Investigation of the possibility of using biologically active substances in the production of non-traditional malts] / T. F. Kiseleva, Yu. Yu. Miller, A. L. Vereshchagin, Yu. V. Grebennikova // *Polzunovskiy vestnik*. – 2019. – № 1. – P. 23–27.

3 **Mukailov, M. D.** Sposob uluchsheniya kachestva soloda [Method for improving the quality of malt] / M. D. Mukailov, M. B. Hokonova // *Problemy razvitiya APK regiona*. – 2018. – № 3 (35). – P. 181–184.

4 **Semenyuta, A. A.** Solodorashchenie grechihi: sposoby zamachivaniya zerna i ih vliyaniya na kachestvo soloda [Buckwheat malting: methods of grain soaking and their influence on malt quality] / A. A. Semenyuta, T. V. Tanashkina // *Vestnik KrasGAU*. – 2021. – № 1 (166). – P. 143–149.

5 **Urbanchik, E. N.** Izmenenie aktivnosti alfa-amilazy v zerne rzhi belorusskoj selektsii v processe prorashchivaniya [Change of alpha-amylase activity in rye grain of Belarusian selection in the process of germination] / E. N. Urbanchik, M. N. Galdova, A. I. Masalceva // *V sbornike: Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. Materialy VIII Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii*. – Mogilev, 2020. – P. 109–110.

6 **Agafonov, G. V.** Vliyaniye fermentnogo preparata Ceremiks 6xmg na pokazateli kachestva ovsyanogo soloda [Effect of the enzyme preparation Ceremix 6xmg on the quality indicators of oat malt] / G. V. Agafonov, A. E. Chusova, A. V. Zelenkova, V. E. Plotnikova // *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy*. – 2018. – № 3. – P. 128–133.

7 **Hokonova, M. B.** Ispolzovanie dopolnitelnykh fermentnykh preparatov pri solozhenii [The use of additional enzyme preparations in soiling] / M. B. Hokonova // *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta imeni V. M. Kokova*. – 2019. – № 2 (24). – P. 87–90.

8 **Basinci, F.** Mitigation of acrylamide formation during malt processing / F. Basinci, B. A. Mogol, S. Guler, V. Gökmen, H. Koksel // *Journal of Cereal Science*, 2022. – Vol. 106.

9 **Hattingh, M.** Malting of barley with combinations of *Lactobacillus plantarum*, *Aspergillus niger*, *Trichoderma reesei*, *Rhizopus oligosporus* and *Geotrichum candidum* to enhance malt quality / M. Hattingh, A. Alexander, I. Meijering, C.A. van Reenen, L. M. T. Dicks // International Journal of Food Microbiology. – 2017. – Vol. 173. – P. 36–40.

10 **Wu, J.** Effects of laccase and cellulase on saccharification of barley malt / J. Wu, Z. Lu, J. Wang, H. Gan, J. Wang, C. Jin, G. Yan, C. Yu, Y. Zhou, W. Wang // Heliyon, 2022. – Vol. 8.

11 **Zou, J.** UPLC-Q-TOF-MS/MS analysis on the chemical composition of malts under different germination cycles and prepared with different processing methods / J. Zou, S. Wu, B. Sheng, J. An, J. Meng, W. Xiong, J. Tao, W. Han, L. Zhao, H. Xu, Y. Chen // Fitoterapia, 2023. – Vol. 165.

Принято к изданию 15.09.23.

*Ю. Ю. Миллер

Сібір тұтыну кооперациясы университеті,
Ресей Федерациясы, Новосибирск қ.
Басып шығаруға 15.09.23 қабылданды.

АШЫТУ СУСЫНДАРЫН ӨНДІРУДЕ ҚОЛДАНУҒА ҚАРА БИДАЙДЫ ДАЙЫНДАУДА БИОКАТАЛИТИКАЛЫҚ ТӘСІЛДЕРДІ ҚОЛДАНУ

Уыт өсіруді ынталандырудың кең таралған әдістері-уыт өндіру кезеңдерінде астықты өңдеудің биохимиялық әдістері. Ашыту сусындарын өндіруде арпа мен бидай уыттарынан басқа, қара бидай уыты жиі қолданылады, алайда қара бидай шикізаты басқа дәнді дақылдардан крахмалды емес заттардың көптігімен ерекшеленеді, бұл астық суласын дайындау процесіне, оны ашытуға және соның салдарынан сусындардың сапалық көрсеткіштеріне теріс әсер етеді.

Жұмыста өңделетін шикізат массасына 0,6% концентрациясында технологияда қолдануға ұсынылатын «Целмолаза» цитолитикалық ферменттік препаратын қолдана отырып, дәнді өну алдында оны сіңдіру сатысында қара бидайды өңдеудің биокаталитикалық әдісі ұсынылған. Зерттеу материалдары ретінде «Влада» және «Сібір» қара бидайының екі түрі ұсынылған. Зерттеу нысандары бастапқы қара бидай, қара бидай уыты (екі сорт негізінде), ферменттік

препаратпен өңделген және стимулятормен өңделмеген қара бидай уыты (сол сорттар негізінде) болды.

Зерттеу нәтижелері қара бидай уытының сапалық және технологиялық көрсеткіштеріне биокаталикалық әсер етудің тиімділігін растады, оның ішінде ферментативті белсенділіктің (амилоликалық 41,1–43,3 %-ға, цитолликалық 29,7–32,0 %-ға) және уыттың экстрактивтілігінің артуы, крахмалды емес полисахаридтердің құрамының және қанттану ұзақтығының төмендеуі байқалады.

Алынған қара бидай ашытылмаған уыт ашыту сусындарын өндіруде, соның ішінде жоғары ферментативті белсенділігі бар шикізат ретінде пайдалануға ұсынылуы мүмкін.

Кілтті сөздер: қара бидай, қара бидай уыты, биокаталикалық ынталандыру, «Целмолаза» ферменттік препараты, уыт биотехнологиясы.

**Yu. Yu. Miller*

Siberian University of Consumer Cooperation,
Russian Federation, Novosibirsk.

Accepted for publication on 15.09.23.

APPLICATION OF BIOCATALYTIC APPROACHES IN THE PREPARATION OF RYE FOR USE IN THE PRODUCTION OF FERMENTED BEVERAGES

Common ways to stimulate malting are biochemical methods of grain processing at the stages of malt production. In the production of fermented beverages, in addition to barley and wheat malts, rye malt is quite often used, however, rye raw materials differ from other cereals with a high content of non-starch substances that negatively affect the processes of preparation of grain wort, its fermentation and, as a result, the quality indicators of beverages.

The paper presents a biocatalytic method for processing rye at the stage of soaking grain before germination with the use of cytolytic enzyme preparation «Celmolase», recommended for use in technology in a concentration of 0.6 % by weight of processed raw materials. Two varieties of rye «Vlada» and «Siberia» were proposed as research materials. The objects of the study were the original rye, rye malt (based on two varieties)

treated with an enzyme preparation and rye malt untreated with a stimulant (based on the same varieties).

The results of the study confirmed the effectiveness of the biocatalytic effect on the qualitative and technological indicators of rye malt, including an increase in enzymatic activity (amylolytic by 41.1–43.3 %, cytolytic by 29.7–32.0 %) and malt extractivity, a decrease in the content of non-starch polysaccharides and the duration of saccharification.

The resulting unfermented rye malt can be recommended for use in the production of fermented beverages, including as a raw material with high enzymatic activity.

Keywords: rye, rye malt, biocatalytic stimulation, enzyme preparation «Celmolase», malt biotechnology.

Теруге 15.09.2023 ж. жіберілді. Басуға 29.09.2023 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

2,13 МБ RAM

Шартты баспа табағы 9,90.

Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген А. К. Темиргалинова

Корректорлар: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс № 4185

Сдано в набор 15.09.2023 г. Подписано в печать 29.09.2023 г.

Электронное издание

2,13 МБ RAM

Усл. п. л. 9,90. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка А. К. Темиргалинова

Корректоры: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4185

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

Павлодар мемлекеттік университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

8 (7182) 67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-cb.tou.edu.kz