

Влияние ферментного препарата Церемикс 6ХМГ на показатели качества овсяного солода

Геннадий В. Агафонов	¹	kafedra_tbsp@mail.ru
Алла Е. Чусова	¹	hycovai@mail.ru
Анна В. Зеленкова	²	breweryanna@mail.ru
Виктор Е. Плотников	¹	viktor_plotnikov_1999@mail.ru

¹ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

² ООО «Профималт», пр-т Победы, 29, г. Липецк, 398001, Россия

Реферат. Один из эффективных путей наращивания солодовенных мощностей действующих заводов – использование комплексных ферментных препаратов. Ферментный препарат комплексного действия, проникая в зерно при замачивании или проращивании, воздействуют на его мучнистое тело, способствуя разрыхлению клеточных оболочек и самого эндосперма, тем самым, ускоряя процесс солодоращения. Цель исследований – разработка технологии овсяного ферментированного солода с применением ферментного препарата Церемикс 6ХМГ. Этот ферментный препарат комплексного действия обладает α -амилазной, протеазной, β -глюканазной, пентазаназной, целлюлазной активностями. В качестве объекта исследования был взят овес сорта Козырь. Амилолитическую способность солода определяли колориметрическим методом, протеолитическую – рефрактометрическим методом (по Петрову). Установили, что в результате применения Церемикса 6ХМГ в количестве 0,1–0,5 кг на тонну зерна более выраженное увеличение амилолитической и протеолитической способности по сравнению с контролем (без применения ферментного препарата) происходит при дозировке 0,5 кг на тонну зерна. Вносить Церемикс 6ХМГ в количестве 0,5 кг на тонну зерна нецелесообразно, потому что ферментативная активность овсяного солодов всего лишь на 6,4–6,6 % выше, чем у солода, обработанного ферментным препаратом в количестве 0,3 кг на тонну зерна. Сделан вывод, что применение ферментного препарата Церемикс 6ХМГ позволяет повысить качество овсяного солода за счёт улучшения органолептических показателей, увеличения массовой доли экстрактивных веществ, а также интенсифицировать процесс за счёт сокращения продолжительности сушки на 10–12 часов, что важно для сохранности биологически активных веществ и энергоресурсов.

Ключевые слова: ферментный препарат Церемикс 6ХМГ, овес, амилолитическая и протеолитическая способность, ферментированный солод

Effect of enzyme preparation Ceramics 6ХМГ on indicators of oat malt quality

Gennadii V. Agafonov	¹	kafedra_tbsp@mail.ru
Alla E. Chusova	¹	hycovai@mail.ru
Anna V. Zelenkova	²	breweryanna@mail.ru
Viktor E. Plotnikov	¹	viktor_plotnikov_1999@mail.ru

¹ Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

² Profimalt, Pobedy Av, 29, Lipetsk, 398001, Russia

Summary. One of the effective ways to increase the malt capacity of existing plants is the use of complex enzyme preparations. The enzyme preparation of complex action, penetrating into the grain during soaking or germination, affect its powdery body, contributing to the loosening of the cell membranes and the endosperm itself, thereby accelerating the process of malting. A purpose of researches is development of technology of fermented oat malt with the use of enzyme drug Ceramics 6ХМГ. This enzyme preparation with complex action, has α -amylase, protease, β -glucanase, pentosanase, cellulose activities. As the object of study was taken oats Kozyr' variety. Amylolytic ability of malt was determined by colorimetric method, proteolytic-refractometric method (according to Petrov). It was established that as a result of the use of Ceremix 6ХМГ in an amount of 0.1–0.5 kg per ton of grain, a more pronounced increase in amylolytic and proteolytic ability compared to the control (without the use of an enzyme preparation) occurs at a dosage of 0.5 kg per ton of grain. It is impractical to introduce Ceremix 6ХМГ in the amount of 0.5 kg per ton of grain, because the enzymatic activity of oat malt is only 6.4–6.6% higher than that of malt treated with an enzyme preparation in the amount of 0.3 kg per ton of grain. It was found that the use of the enzyme preparation Ceremix 6ХМГ allows to improve the quality of oat malt by improving organoleptic characteristics, increasing the mass fraction of extractives, as well as to intensify the process by reducing the drying time by 10–12 hours, which is important for the preservation of biologically active substances and energy resources.

Keywords: enzyme preparation Ceramics 6ХМГ, oats, starch-splitting and protein-degrading ability, fermented malt

Для цитирования

Агафонов Г.В., Чусова А.Е., Зеленкова А.В., Плотников В.Е. Влияние ферментного препарата Церемикс 6ХМГ на показатели качества овсяного солода // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 3. С. 128–133. doi:10.20914/2310-1202-2018-3-128-133

For citation

Agafonov G.V., Chusova A.E., Zelenkova A.V., Plotnikov V.E. Effect of enzyme preparation Ceramics 6ХМГ on indicators of oat malt quality. Vestnik VGUIT[Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 3. pp. 128–133. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-3-128-133

Введение

Традиционной зерновой культурой для получения ферментированного солода является рожь. Все чаще среди населения встречаются люди, которые страдают непереносимостью глютена, содержащегося в этой зерновой культуре. Таким образом, ассортимент пищевых продуктов у данной категории населения сильно ограничен, что не может не сказываться на качестве их жизни. В последние годы проводятся исследования по совершенствованию технологии ферментированного солода, в том числе применение и нетрадиционного зернового сырья. Овес – распространенная зерновая культура в Российской Федерации. Большой интерес к овсу как к нетрадиционной зерновой культуре в технологии ферментированного солода обусловлен ценным аминокислотным составом белка, наличием витаминов, жира и крахмала, но и его антиаллергенными свойствами. Продукты из овса используются в питании людей, страдающих целиакией. Химический состав зерен овса колеблется в зависимости от районирования, сорта и климатических условий произрастания (в % от массы сухих веществ) крахмала: 31,1–50,0, клетчатки: 7,7–19,5, белков: 9,0–19,5, жиров: 3,1–6,6, золы: 3,1–5,4. Особенностью фракционного состава белка зерна овса является то, что он состоит из растворимых в воде альбуминов (14%), из растворимых в водных растворах нейтральных солей глобулинов (20%), из проламинов (у овса это авенин) (55%), растворимых в 70% спирте, и из глютелинов, нерастворимых в воде, растворах солей, спирте, но растворимых в слабых щелочах и органических кислотах (14%) [1, 2].

По сравнению с другими зерновыми культурами зерно овса характеризуется рядом ценных свойств: повышенным содержанием и наилучшим соотношением в белке ряда незаменимых аминокислот, особенно лизина и триптофана, богатым составом витаминов группы В (В₁, В₂) и минеральных веществ, а также высокими энергетическими показателями благодаря высокому содержанию жира. По ряду незаменимых аминокислот зерно овса значительно превосходит зерно ячменя и риса. Использование овса в пищевой промышленности связано с хорошей усвояемостью питательных веществ и витаминов, что делает его особенно ценным для детского и диетического питания. Более того, овёс является безглютеновым зерновым сырьём из-за низкого содержания глютеиновой фракции белка и может быть рекомендован для группы потребителей, страдающих глютеиновой непереносимостью [3].

Производители солода в настоящее время ориентируются на прогрессивные направления усовершенствования технологии, а именно на применение ферментных препаратов для нетрадиционного зернового сырья на стадии замачивания или проращивания для снижения потерь ценных веществ зерна и улучшения качества продукта [4].

Для интенсификации производства ферментированного солода, снижения потерь ценных веществ зерна и улучшения качества солода в промышленности широко используют регуляторы жизнедеятельности зерна и ферментные препараты. Для повышения перерабатываемости зерна при низкой всхожести и стимулирования синтеза α -амилазы в начале солодоращения применяется чаще всего гиббереллин из расчёт 0,1–0,2 г на т зерна. Для снижения потери сухих веществ на стадии растворения эндосперма зерна для ограничения дыхания и роста добавляют ингибиторы (натриевые и калиевые соли борной кислоты, хлористый кальций или натрий). Гиббереллин обеспечивает сокращение продолжительности проращивания на 1–2 сут., а ингибиторы повышают экстрактивность на 1–2% [3, 5–8].

Один из эффективных путей наращивания солодовенных мощностей действующих заводов – использование ферментных препаратов, содержащих амилалитические, протеолитические и цитолитические ферменты. Ферменты, проникая в зерно при замачивании или его проращивании, воздействуют на мучнистое тело, способствуя разрыхлению клеточных оболочек и самого эндосперма, тем самым, ускоряя процесс солодоращения [11, 12, 13].

Цель работы – разработка технологии овсяного ферментированного солода. Задачи исследования состояли в обосновании выбора ферментного препарата, подборе его дозировки, исследовании ферментативной активности овсяного солода в процессе проращивания, анализе готового ферментированного солода из овса.

Материалы и методы

Было рассмотрено применение ферментного препарата Церемикс 6 MXG в производстве ферментированного солода. Выбор ферментного препарата Церемикса 6XMG обусловлен тем, что это данный ферментный препарат комплексного действия, он обладает α -амилазной, протеазной, β -глюканазной, пентазаназной, целлюлазной активностями [5], а в состав зерна овса входят и крахмал, и белки, и некрахмальные полисахариды,

которые на стадии проращивания необходимо перевести в растворимое состояние и достичь более глубокого амилолиза, протеолиза и цитолиза. Ферментный препарат Церемикс 6ХМГ в количестве 0,1–0,5 кг на тонну зерна вносили на 1 сутки проращивания. Его разбавляли водой 1:10 и производили опытное орошение зерна овса. В качестве контроля применяли образцы зерна, не обработанные ферментным препаратом. При солодоращении накапливались различные гидролитические ферменты, обеспечивающие необходимые биохимические изменения в зерне. Контроль процесса проращивания осуществляли по амилолитической (АС) и протеолитической (ПС) способностям [9, 10].

Замачивание овса проводили воздушно-водяным способом при температуре 14–16 °С до достижения влажности 50–52%. Проращивание проводили по температурному режиму 14–18–14 °С в течение 4–5 суток, причём на 1 сутки проращивания вносили ферментный препарат.

При солодоращении зерна накапливаются различные гидролитические ферменты, обеспечивающие необходимые биохимические изменения в зерне в процессе его ферментации. Основные ферменты, необходимые для проведения процесса ферментации – амилолитические и протеолитические. Начальная температура солодоращения 14 °С постепенно к третьим суткам повышалась до 18 °С, которая сохранялась 2 сут., а затем снижалась до 14 °С. Влажность солода поддерживалась постоянной (50–52%) во избежание увядания корешков и ростка, что отрицательно сказывается на накоплении ферментов и растворении эндосперма зерна.

Ферментацию солода вели в сушилке при температуре 55–67 °С в течение 12 ч при относительной влажности солода 50–52%.

Овсяной солод высушивали 12–14 ч подогретым воздухом по температурному режиму 70–80–90–105 °С до конечной относительной влажности 4–6%.

Контролем служил солод, полученный без применения ферментного препарата.

Объектом исследования являлся овес сорта Козырь со следующими технологическими показателями: массовая доля влаги – 13,1%; способность прорастания – 96%; массовая доля (% на абс. СВ): белка – 11,5; крахмала – 57,45; масса 1000 зерен – 41,4 г; натура – 531 г./дм³.

Результаты и обсуждение

Изучение влияния различных дозировок ферментного препарата на изменение АС свежепророщенного солода (рисунок 1) показало,

что АС во всех образцах солода, обработанных Церемиксом 6ХМГ (опыт), значительно превосходит соответствующий показатель в контрольном образце. АС активно возрастает в опытных образцах до четвертых суток рращения. Потом она стабилизируется. Наиболее высокая величина АС проявляется в солоде, обработанном Церемиксом 6ХМГ в дозировке 0,5 кг/т зерна, она достигает 38,1 ед./г, тогда как соответствующий показатель в контрольном образце равен 18,2 ед./г, т. е. в опыте АС на 52,2% выше контроля. При дозировке Церемикса 6ХМГ 0,3 г/кг зерна отмечена величина АС 35,8 ед./г, что на 49,16% выше, чем в контроле. При дозировке Церемикса 6ХМГ 0,1 г/кг овса АС составляет 25,1 ед./г – это на 27,49% больше, чем в контрольном образце. Следует отметить, вносить Церемикс 6ХМГ в количестве 0,5 кг/т зерна нецелесообразно, потому что АС солода всего лишь на 6,4% выше, чем у солода, обработанного ферментным препаратом в количестве 0,3 кг/т.

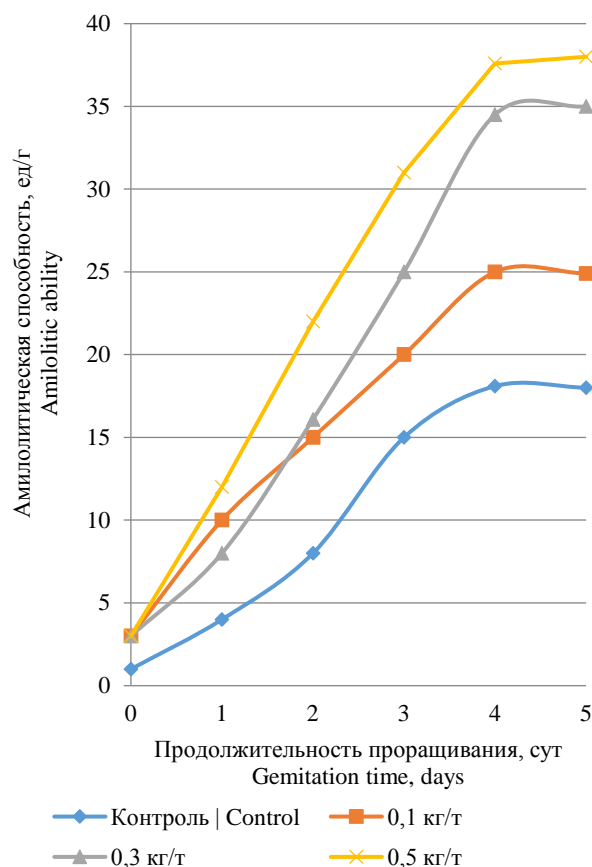


Рисунок 1. Влияние дозировки Церемикса 6ХМГ на амилолитическую способность овсяного солода

Figure 1. The influence of dosage Ceramics 6XMG on amilolitic ability of oat malt

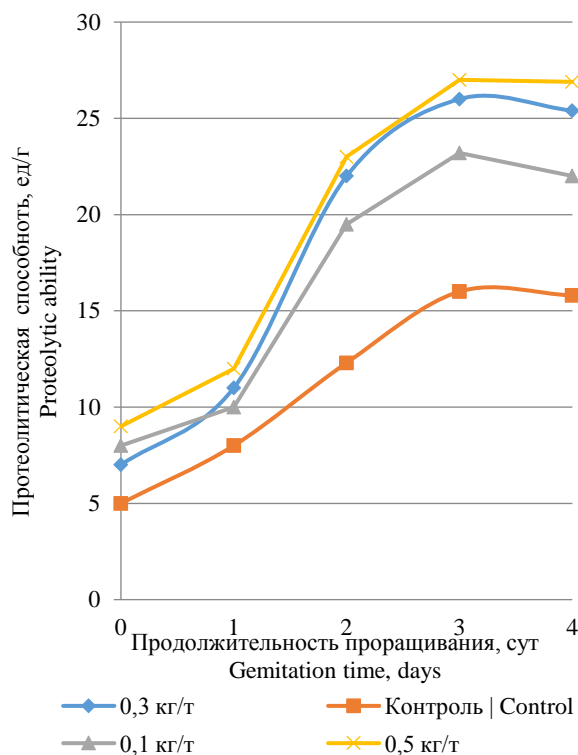


Рисунок 2. Влияние дозировки Церемикса 6XMG на протеолитическую способность овсяного солода

Figure 2. The effect of Ceremix 6XMG dosage on the proteolytic ability of oat malt

Исследования накопления ПС (рисунок 2) в овсяном солоде показали, что ПС при проращивании для всех образцов солода неуклонно возрастает и достигает максимума на четвертые сутки рачения, причем наибольшая скорость накопления ПС наблюдается на 3–4 сутки. Максимальная величина ПС солода достигается

на четвертые сутки при дозировке Церемикса 6XMG 0,5 кг/т овса и составляет 26,9 ед./г, а в дозировке 0,3 кг/т и 0,1 кг/т зерна составляет 25,4 ед./г и 22 ед./г соответственно. Следует отметить, что ПС овсяного солода, полученного при дозировке ферментного препарата 0,5 кг/т зерна, всего лишь на 6,6% выше, чем у солода, обработанного ферментным препаратом в количестве 0,3 кг/т. В контрольном образце солода эта величина достигает 15,8 ед./г, что на 28,2–42,3% выше, чем в образцах солода, обработанных дозировкой Церемикса 6XMG 0,1–0,5 кг/т зерна.

Таким образом, путем внесения ферментного препарата при проращивании овсяного солода в дозировке 0,3 кг/т зерна можно интенсифицировать процесс солодоращения, увеличив ферментативную способность солода, которая важна при приготовлении солодового суслу.

В опытных образцах наблюдали более быстрый рост корешков и зародышевого листка, увеличение активности амилолитических ферментов и растворение эндосперма. В зависимости от дозировки Церемикса 6XMG активность всех ферментов значительно превышала контрольный образец. Так, при дозировке ферментного препарата в количестве 0,1 кг/т АС и ПС возросла соответственно на 27,71% и 28,19%, при дозировке 0,3 кг/т АС и ПС возрастала соответственно на 48,57% и 37,8%, при дозировке 0,5 кг/т АС и ПС возрастала соответственно на 52,63% и 41,26%. В опытных партиях солода необходимые изменения достигались на 1–2 сут раньше, чем в контрольных.

Показатели готового ферментированного овсяного солода представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Показатели готового ферментированного солода из овса

Table 1.

Indicators of the finished fermented malt from oats

Показатель Indicator	Контроль (без ферментного препарата) Control	Дозировка ферментного препарата Церемикс 6MXG, кг/т Dosage Ferment Ceremiks 6MH		
		0,1	0,3	0,5
Цвет Color	Светло-жёлтый с сероватым оттенком Light yellow with greyish tint	Коричневый с красноватым оттенком Brown with reddish tint		
Вкус Taste	Сладковатый Sweet	Кисло-сладкий Sweet and Sour		
Массовая доля влаги, % Mass fraction of moisture, %	7,6	7,4	7,2	7,2
Массовая доля экстрактивных веществ солода на абсолютно сухое вещество, % при горячем экстрагировании The mass fraction of extractive substances of malt on Absolutely dry substance, % when hot Extraction	76,2	80,3	80,9	81,3
Кислотность солода, к. ед. Acidity of malt	2,4	27,0	28,0	28,2
Цвет солода, ц. ед. Color of malt	0,5	9,0	9,5	9,5

Анализ данных, представленных в таблице 1, свидетельствует о том, что в контрольном образце массовая доля экстрактивных веществ овсяного солода возросла с применением Церемикса 6 MXG на 5,12–6,69% в зависимости от дозировки препарата, а цвет солода увеличился в 11 раз.

Из таблицы 1 видно, что применение ферментного препарата Церемикс 6XMG в технологии ферментированного овсяного солода позволяет получить готовый продукт высокого качества за счёт улучшения органолептических показателей – цвета и вкуса, увеличения массовой доли экстрактивных веществ, кислотности и цвета по сравнению с показателями солода, полученного без ферментного препарата.

ЛИТЕРАТУРА

1 Зельникова А.В., Агафонов Г.В., Чусова А.Е. Перспективы применения ферментного препарата церемикс 6хмг в технологии солода из нетрадиционного сырья // В сборнике: Актуальные вопросы нутрициологии, биотехнологии и безопасности пищи материалы Всероссийской конференции молодых ученых с международным участием. 2017. С. 167-169.

2 Зельникова А.В., Агафонов Г.В., Чусова А.Е., Пожалова Ю.В. Изменение ферментативной активности безглютенового солода в процессе проращивания и сушки // Вестник ВГУИТ. 2017. № 2. С. 198–203.

3 Jiang Z. et al. Oat protein solubility and emulsion properties improved by enzymatic deamidation // Journal of Cereal Science. 2015. V. 64. P. 126-132.

4 Киселева Т.Ф., Миллер Ю.Ю., Степанов С.В., Вдовкина И.А., Терентьев С.Е. Совершенствование технологии овсяного солода // Пиво и напитки. 2014. № 1. С. 28–30.

5 Фараджеева Е.Д., Федоров В.А., Агафонов Г.В. Общая технология броидильных производств Воронеж: Научная книга, 2012. 728 с.

6 Юсупова Г.Г., Кретова Ю.И., Черкасова Э.И., Черкасова М.О. Обеспечение микробиологической безопасности зернового продовольственного сырья // Хлебопродукты. 2013. № 4. С. 60-63.

7 Kordialik-Bogacka E., Bogdan P., Diowski A. Malted and unmalted oats in brewing // Journal of the Institute of Brewing. 2014. V. 120. №. 4. P. 390-398.

8 Кретова Ю.И. Совершенствование технологии обработки зернового сырья в процессе солодоращения // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2015. V. 3. № 2. P. 27-32.

9 Nieto-Nieto T. V. et al. Effects of partial hydrolysis on structure and gelling properties of oat globular proteins // Food research international. 2014. V. 55. P. 418-425.

10 Budaeva V. V. et al. Enzymatic hydrolysis of the products of hydro-thermobaric processing of Miscanthus and oat hulls // Catalysis in Industry. 2013. V. 5. №. 4. P. 335-341.

Заключение

Применение ферментного препарата Церемикс 6XMG позволяет: повысить качество овсяного солода за счёт улучшения органолептических показателей, увеличения массовой доли экстрактивных веществ; интенсифицировать процесс за счёт сокращения продолжительности сушки на 10–12 часов, что важно для сохранности биологически активных веществ и энергоресурсов; получить солод, обладающий диетическими свойствами, который можно применять для производства безглютеновых и с пониженным содержанием глютена пищевых продуктов для широкого круга потребителей, в том числе страдающих глютеновой непереносимостью; расширить область применения солода в пищевой промышленности.

11 Алтанцэцэг Д. Разработка технологии солода с применением ферментных препаратов для получения пива с добавками водных экстрактов. Воронеж: ВГТА, 2005

12 Кретова Ю.И. совершенствование технологии обработки зернового сырья в процессе солодоращения // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2015. Т. 3. № 2. С. 27-32.

13 Чекина М.С., Меледина Т.В. Разработка технологии зернового сиропа из овса // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. № 3 (69). С. 210-217.

REFERENCES

1 Zelen'kova A.V., Agafonov G.V., Chusova A.E. Prospects for the use of enzyme drug ceramics 6хмд in the technology of malt from non-traditional raw materials. In: "Aktual'nye voprosy nutritsiologii biotekhnologii i bezopasnosti pishchi" materialy Vserossiiskoi konferentsii molodykh uchenykh s mezhdunarodnym uchastiem [Topical issues in nutrition biotechnology, and food safety materials of all-Russian conference of young scientists with international participation]. 2017. pp. 167-169. (in Russian).

2 Zelen'kova A.V., Agafonov G.V., Chusova A.E., Pozhalova Yu.V. The change in enzymatic activity of gluten-free malt in the process of sprouting and drying. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2017. no. 2. pp. 198–203. (in Russian).

3 Jiang, Z. Q., Sontag-Strohm, T., Salovaara, H., Sibakov, J., Kanerva, P., & Loponen, J. Oat protein solubility and emulsion properties improved by enzymatic deamidation. Journal of Cereal Science. 2015. vol. 64. pp. 126-132.

4 Kiseleva T.F., Miller Yu.Yu., Stepanov S.V., Vdovkina I.A., Terent'ev S.E. Improved technology of oat malt. Pivo i napitki [Beer and drinks]. 2014. no. 1. pp. 28–30. (in Russian).

5 Faradzheva E.D., Fedorov V.A., Agafonov G.V. Obshchaya tekhnologiya brodil'nykh proizvodstv [The General fermentation technology]. Voronezh: Nauchnaya kniga 2012. 728 p. (in Russian).

6 Yusupova G.G., Kretova Yu.I., Cherkasova E.I., Cherkasova M.O. Ensuring the microbiological safety of food grain raw materials. Khleboprodukty [Bread]. 2013. no. 4. pp. 60-63. (in Russian).

7 Kordialik-Bogacka, E., Bogdan, P., & Diowks, A. Malted and unmalted oats in brewing. Journal of the Institute of Brewing. 2014. vol. 120. no. 4. pp. 390-398.

8 Kretova Yu. I. Improvement of technology of processing of grain raw materials in the process of malting. Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of the South Ural state University]. 2015. vol. 3. no. 2. pp. 27-32. (in Russian).

9 Nieto-Nieto T. V., Wang Y. X., Ozimek L., Chen L. Effects of partial hydrolysis on structure and gelling properties of oat globular proteins. Food research international. 2014. vol. 55. pp. 418-425.

10 Budaeva, V. V., Makarova, E. I., Skiba, E. A., & Sakovich, G. V. Enzymatic hydrolysis of the products of hydro-thermobaric processing of Miscanthus and oat hulls. Catalysis in Industry. 2013. vol. 5. no. 4. pp. 335-341.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Геннадий В. Агафонов д.т.н., профессор, кафедра технологии броидильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, kafedra_tbsp@mail.ru

Алла Е. Чусова к.т.н., доцент, кафедра технологии броидильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, hycovai@mail.ru

Анна В. Зеленкова главный технолог, ООО «Профимальт», пр-т Победы, 29, г. Липецк, Россия, breweryanna@mail.ru

Виктор Е. Плотников студент, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, viktor_plotnikov_1999@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Геннадий В. Агафонов консультация в ходе исследования
Алла Е. Чусова предложила методику проведения эксперимента и организовала производственные испытания

Анна В. Зеленкова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты

Виктор Е. Плотников написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 27.06.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.08.2018

11 Aldanceseg D. Razrabotka tekhnologii soloda s primeneniem fermentnykh preparatov dlya polucheniya piva s dobavkami vodnykh ehkstraktov [Development of malt technology with the use of enzyme preparations for the production of beer with additives of water extracts] Voronezh, VGTA, 2005 (in Russian)

12 Kretova Yu Improvement of the technology of processing grain raw materials in the process of malting. Vestnik YUzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pishchevye i biotekhnologii [Herald of the South Ural State University. Series: Food and Biotechnology] 2015. vol. 3. no. 2. pp. 27-32. (in Russian)

13 Chekina M.S., Meledina T.V. Development of oats syrup technology. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologij [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies] 2016. no. 3. pp. 210-217. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Gennadii V. Agafonov Dr. Sci. (Engin.), professor, technologies of fermentation and sugar industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, kafedra_tbsp@mail.ru

Alla E. Chusova Cand. Sci. (Engin), associate professor, technologies of fermentation and sugar industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, hycovai@mail.ru

Anna V. Zelenkova chief process engineer, Profimalt, Pobedy Av, 29, Lipetsk, Russia, breweryanna@mail.ru

Viktor E. Plotnikov student, machines and apparatus for food production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, viktor_plotnikov_1999@mail.ru

CONTRIBUTION

Gennadii V. Agafonov consultation during the study

Alla E. Chusova proposed a scheme of the experiment and organized production trials

Anna V. Zelenkova review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

Viktor E. Plotnikov wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 6.27.2018

ACCEPTED 8.22.2018