

Изменение ферментативной активности безглютенового солода в процессе проращивания и сушки

Алла Е. Чусова¹ hycovai@mail.ru
Геннадий В. Агафонов¹
Анна В. Зеленкова²
Юлия В. Пожалова¹

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

² ООО «Профималт», Липецк, Россия

Реферат. Традиционными зерновыми культурами для получения солода являются рожь, ячмень и пшеница. К безглютеновым культурам относят гречиху и овес и рекомендуют к использованию в диетическом питании для больных с непереносимостью глютена. Увеличение ассортимента безглютеновых продуктов – одно из важнейших условий повышения уровня жизни людей, страдающих целиакией. В статье приводится влияние продолжительности проращивания и сушки на амилолитическую, осахаривающую, протеолитическую активность гречишного и овсяного солода с целью совершенствования технологии создания безглютенового продукта. У гречишного солода максимальное значение амилолитической способности (АС) составляет 21,2 ед./г, что на 6,0% выше, чем у зерна ржи. У овсяного солода АС составила 18,79 ед./г, что по сравнению с традиционной культурой на 6,0% ниже. Максимальное накопление осахаривающей способности (ОС) у всех солодов происходит на третьи сутки проращивания и достигает следующих значений: у ржаного солода – 5,1 ед./г, у гречишного – 2,9 ед./г, у овсяного 3,3 ед./г. По сравнению с традиционной культурой ОС гречихи ниже на 43,1%, овса на 35,3%. Максимальные значения протеолитической активности (ПА) солодов были достигнуты на третьи сутки проращивания: у ржаного – 23,2 ед./г, у гречишного – 26 ед./г, у овсяного – 16 ед./г. По сравнению с зерном ржи ПА гречихи выше на 12,0%, овса ниже на 31,0%. Установлено, что ферментативная активность солода, полученного из безглютенового сырья, ниже, чем у ржаного солода, поэтому полностью заменить традиционное сырье невозможно без дополнительного внесения ферментного препарата.

Ключевые слова: гречиха, рожь, солод, безглютеновое сырье, ферментативная активность

Change in the enzymatic activity of gluten-free malt during germination and drying

Alla E. Chusova¹ hycovai@mail.ru
Gennadij V. Agafonov¹
Anna V. Zelen'kova²
Julija V. Pozhalova¹

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

² JSG Profimalt, Lipetsk, Russia

Summary. The traditional crops for malt production are rye, barley and wheat. Buckwheat and oats are considered to be gluten-free and recommended for use in dietary nutrition for patients with gluten intolerance. Increasing the range of gluten-free products is one of the most important conditions for improving the people living standard that suffer from celiac disease. The article reveals the influence of the duration of germination and drying on the amylolytic, saccharifying, proteolytic activity of buckwheat and oat malt with the aim of improving the technology of creating a gluten-free product. In buckwheat malt, the maximum value of amylolytic ability (AA) is 21.2 units / g, which is 6.0% higher than that of rye grain. In the case of oat malt, AA was 18.79 units / g, which is 6.0% lower than in traditional crops. The maximum accumulation of saccharifying capacity (SC) in all malts occurs on the third day of germination and reaches the following values: in rye malt - 5.1 units / g, in buckwheat - 2.9 units / g, in oatmeal - 3.3 units / g. Compared with the traditional crops SC of buckwheat is lower by 43.1%, oats by 35.3%. The maximum values of proteolytic activity (PA) of malts were reached on the third day of germination: in rye - 23.2 units / g, in buckwheat - 26 units / g, in oats - 16 units / year. In comparison with the rye grain, buckwheat PA is higher by 12.0%, oats are lower by 31.0%. It was found out that the enzymatic activity of malt obtained from gluten-free raw materials is lower than in rye malt, therefore it is not possible to replace traditional raw materials completely without additional application of enzyme preparation.

Keywords: buckwheat, rye, malt, gluten-free raw materials, enzymatic activity

Для цитирования

Чусова А.Е., Агафонов Г.В., Зеленкова А.В., Пожалова Ю.В. Изменение ферментативной активности безглютенового солода в процессе проращивания и сушки // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 198–203. doi:10.20914/2310-1202-2017-2-198-203

For citation

Lastname F.S., Lastname F.S., Lastname A.S., Lastname F.S. Change in the enzymatic activity of gluten-free malt during germination and drying. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 2. pp. 198–203. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-2-198-203

Введение

Традиционными зерновыми культурами для получения солода являются рожь, ячмень и пшеница.

Все чаще среди населения встречаются люди, которые страдают непереносимостью глютена, содержащегося в этих зерновых культурах. Таким образом, ассортимент пищевых продуктов у данной категории населения сильно ограничен, что не может не сказываться на качестве их жизни [1].

К безглютеновым культурам относят гречиху и овес и рекомендуют к использованию в диетическом питании для больных с непереносимостью глютена.

Белковый комплекс зерна овса состоит из растворимых в воде альбуминов (14%); из растворимых в водных растворах нейтральных солей глобулинов (20%); из проламинов (у овса это авенин), растворимых в спирте и синтезирующихся главным образом в семенах злаков (55%), и из глютелинов, не растворимых в воде, растворах солей, спирте, но растворимых в слабых щелочах и органических кислотах (14%). Основная масса белка находится в виде запасных веществ. Содержание белка колеблется у пленчатых сортов овса от 9,6 до 19,8%, у голозерных – от 14,8 до 21,0% [2].

Особенностью фракционного состава белка зерна гречихи по сравнению с белками злаковых является почти полное отсутствие проламинов, низкое содержание глютелинов и, напротив, преобладание глобулинов и альбуминов. Другой особенностью белков гречихи является их высокая биологическая ценность. Белки зерна гречихи характеризуются завышенным аминокислотным скором по триптофану (2,16), лимитирующим является треонин (0,80). По остальным незаменимым аминокислотам он близок к единице и при этом превосходит другие зерновые культуры по изолейцину, лизину, метионину и цистину [5–10].

При солодоращении зерна протекает ряд сложных биохимических процессов, изменяющих химический состав и свойства сырья. С целью совершенствования технологии солодоращения из безглютенового сырья было изучено влияние продолжительности проращивания и сушки на ферментативную активность (амилолитическую, осажаривающую, протеолитическую) солодов.

Материалы и методы

В лабораторных условиях получали гречишный и овсяной солода. Проращивание данных культур проводили при температурном

режиме 12-18-13 °С. Зерно проращивали до накопления максимальной активности ферментов протеолитического и амилолитического действия. Во избежание подсыхания зерна его в процессе проращивания увлажняли проточной водой один раз в сутки в течение одной минуты. Для предотвращения слеживания солода его ворошили 2 раза в сутки.

Определение амилолитической способности (АС) свежепросоших солодов проводили колориметрическим методом.

Результаты и обсуждение

На рисунке 1 представлены зависимости величины АС гречишного и овсяного солодов от продолжительности проращивания по сравнению со ржаным солодом.

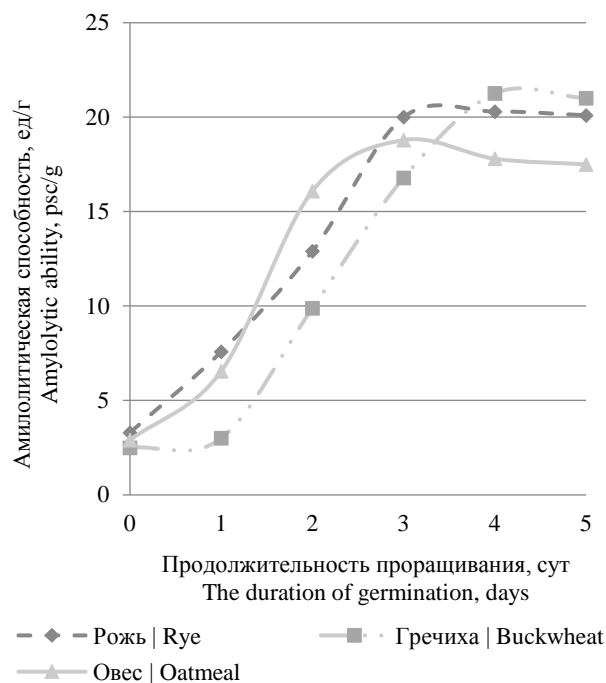


Рисунок 1. Динамика изменения амилолитической способности солодов

Figure 1. Dynamics of amylolytic ability change in malt

У гречишного солода максимальное значение АС наблюдается на 4 сутки ращения и составляет 21,2 ед/г. Это на 6,0% выше, чем у зерна ржи. У овсяного солода на 3 сутки ращения АС составила 18,79 ед/г, что по сравнению с традиционной культурой на 6,0% ниже. На 4–5 сутки у всех солодов наблюдается незначительное снижение АС.

Осахаривающую способность (ОС) определяли поляриметрическим методом. На рисунке 2 приведены значения ОС солодов.

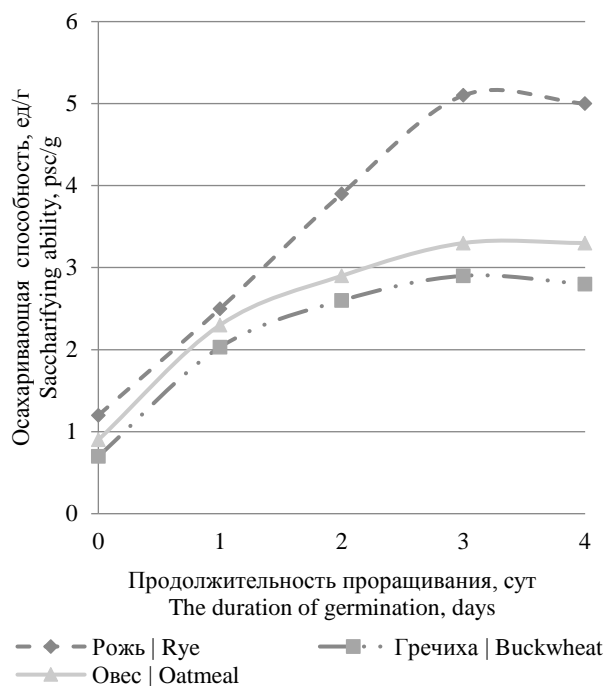


Рисунок 2. Динамика осажаривающей способности солодов

Figure 2. Dynamics of the malodorous ability of malts

Из рисунка 2 видно, что максимальное накопление ОС у всех солодов происходит на третьи сутки проращивания и достигает следующих значений: у ржаного солода – 5,1 ед/г, у гречишного – 2,9 ед/г, у овсяного 3,3 ед/г. По сравнению с традиционной культурой ОС гречиши ниже на 43,1%, овса на 35,3%. На 4 сутки ОС овсяного солода остается на прежнем уровне, у гречишного снижается на 3,4%, у ржаного солода уменьшается на 1,9%.

На рисунке 3 приведена динамика протеолитической активности(ПА) солодов.

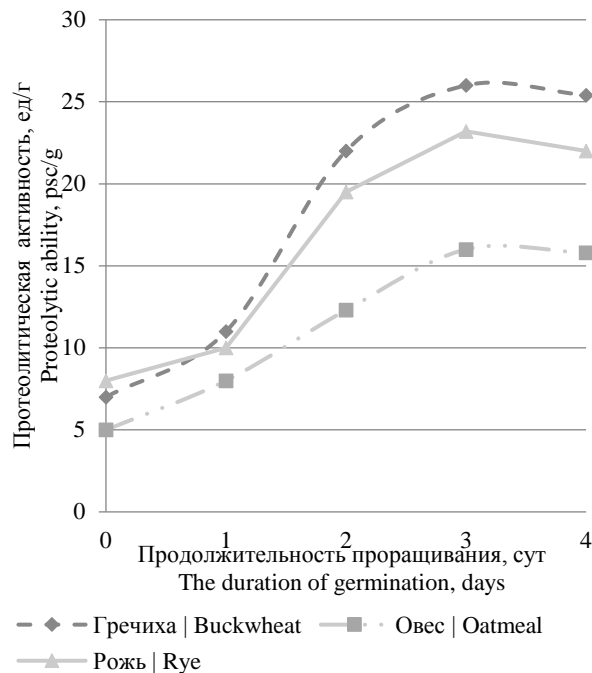


Рисунок 3. Величина протеолитической активности свежепросоших солодов

Figure 3. The amount of proteolytic activity of freshly grown malts

Максимальные значения ПА солодов были достигнуты на третьи сутки ращения: у ржаного – 23,2 ед/г, у гречишного – 26 ед/г, у овсяного – 16 ед/г. По сравнению с зерном ржи ПА гречиши выше на 12,0%, овса ниже на 31,0%. На 4 сутки ращения ПА незначительно снижается.

Цель сушки свежепросошего солода – сохранить активность гидролитических ферментов. Сушку проводили в сушильной камере (рисунок 3) в течение 12 часов по температурному режиму:

- 1 стадия – 30–40 °С, продолжительность 5 ч;
- 2 стадия – 50–60 °С в течение 4 ч;
- 3 стадия – 60–68 °С, продолжительность 3 ч.

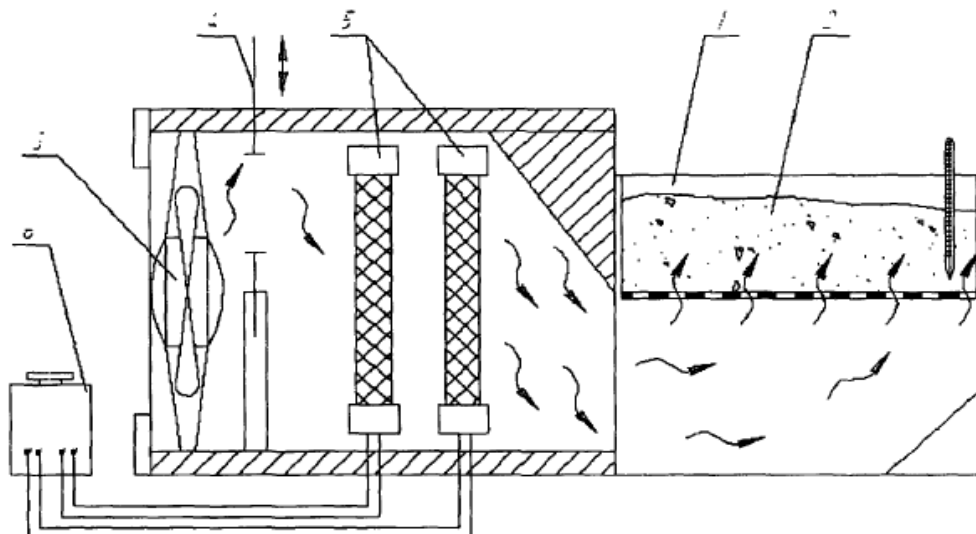


Рисунок 4. Схема экспериментальной установки для сушки солода

Figure 4. The experimental setup for drying malt

Экспериментальная сушильная установка состоит из камеры для солода 1 объёмом 2,5 дм³, в который погружается ящик 2 из стальной сетки с солодом. Подача воздуха осуществляется осевым вентилятором 3. Расход воздуха контролируется шиберной заслонкой 4 установленной на входе в камеру, где установлены термоэлектрические нагревательные элементы 5. Устройство для регулирования температуры 6 [4].

При сушке солода происходит снижение АС. Но в начале сушки отмечается некоторое увеличение активности, поскольку в первые часы сушки складываются благоприятные условия для протекания в солоде биохимических процессов. АС при температуре 45 °С значительно повышается.

При нагревании слоя солода до 60 °С наблюдается уменьшение активности амилолитических ферментов (рисунок 5): у гречишного солода на 34,7%, у овсяного на 44,3%, у ржаного на 38,9% по сравнению со свежепросошим солодом.

В процессе сушки происходит также и снижение ОС (рисунок 6), аналогично АС. Показатели ОС у гречишного солода снизились на 12,0%, у овсяного на 12,1%, у ржаного на 17,6% по сравнению со свежепросошим солодом.

Уменьшение ПА (рисунок 7) происходит равномерно на протяжении всего периода сушки солода: на 16,1% – у гречишного, на 20,6% – у ржаного, на 25,4% – у овсяного по сравнению со свежепросошим солодом.

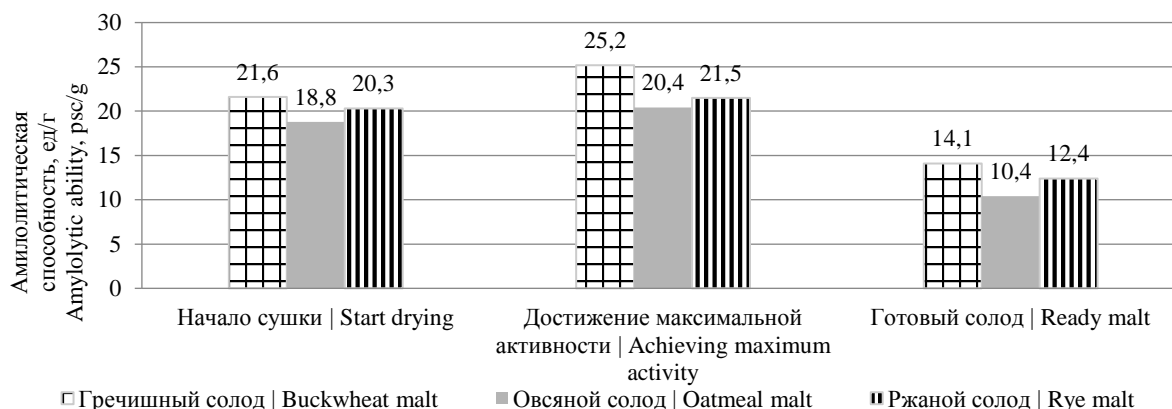


Рисунок 5. Изменение амилолитической активности в процессе сушки солода

Figure 5. Change in amylolytic activity in the process of malt drying

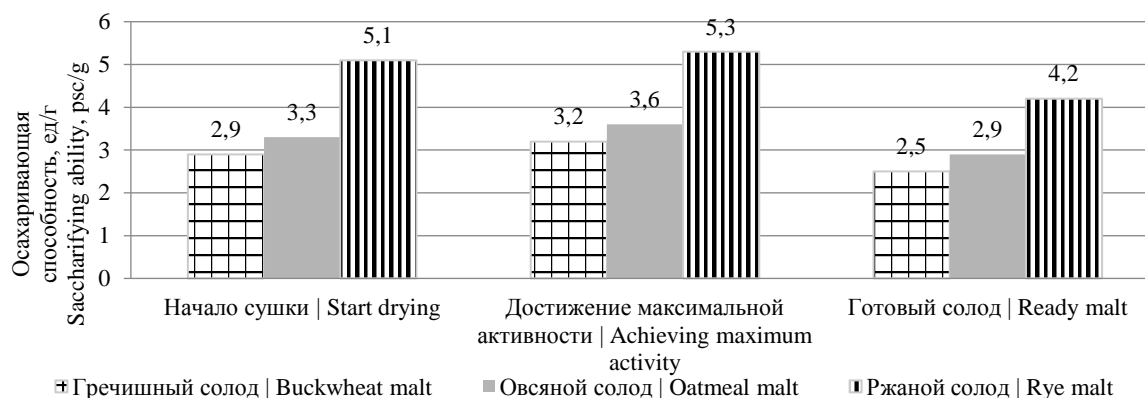


Рисунок 6. Изменение ОС солодов в процессе сушки

Figure 6. Change in the OS of malts during the drying process

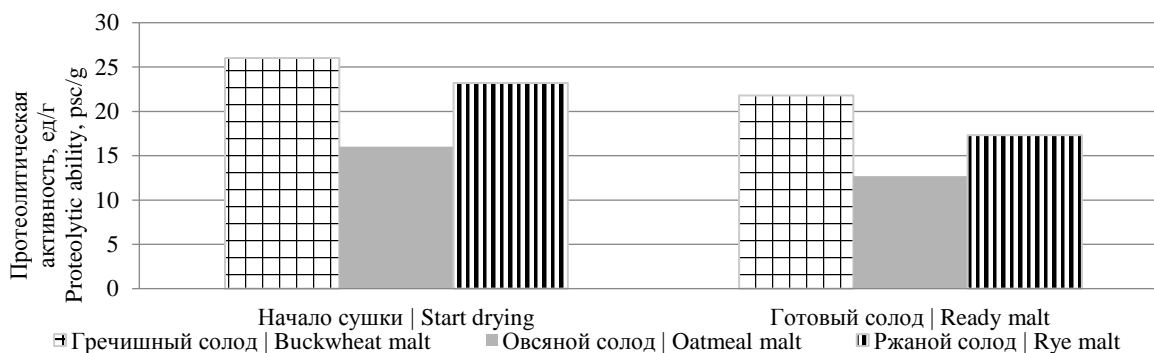


Рисунок 7. Изменение протеолитической активности солодов в процессе сушки

Figure 7. Change in proteolytic activity of malts during drying

Заключение

В ходе проведенных исследований было изучено изменение ферментативной активности солода в процессе его проращивания и сушки. Нужно отметить, что ферментативная активность солода, полученного из безглютенового сырья, ниже, чем у ржаного солода, поэтому полностью заменить традиционное сырье

не возможно без дополнительного внесения ферментного препарата, так как в состав овса и гречихи входит большое количество некрахмальных полисахаридов и белков, которые необходимо перевести в растворимое состояние, что в дальнейшем позволит повысить ферментативную активность гречишного и ржаного солода [1, 3].

ЛИТЕРАТУРА

1 Троценко А.С., Танашкина Т.В., Корчагина В.П., Медведева А.А., Клыкков А.Г. Особенности технологии свежепоросшего гречишного солода // Хранение и переработка сельхозсырья. 2012. № 4. С. 10–13.

2 Чекина М., Баталова Г. Овес в качестве безглютенового сырья в напитках функционального назначения // Индустрия напитков. 2014. № 7. С. 16–21.

3 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.

4 Коротких Е.А., Новикова И.В., Востриков С.В. Оптимизация условий солодоращения гречихи // Пиво и напитки. 2011. № 5. С. 16–17.

5 Коломникова Я.П., Дерканосова А.А., Мануковская М.В., Литвинова Е.В. Влияние нетрадиционного сырья на биотехнологические свойства и структуру сдобного теста // Вестник ВГУИТ. 2015. Т. № 3. С. 157–160.

6 Alekseev G.V., Derkanosova A.A., Leu A.G., Kharitonov D.V. Features of innovative transformation of the enterprise for processing of food raw materials. Russian // Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2017. T. 64. № 4. С. 94–99.

7 Elkhalfa A. E. O., Bernhardt R. Influence of grain germination on functional properties of sorghum flour // Food Chemistry. 2010. T. 121. № 2. С. 387–392.

8 Omary M. B. et al. Effects of germination on the nutritional profile of gluten-free cereals and pseudocereals: a review // Cereal Chemistry. 2012. T. 89. № 1. С. 1–14.

9 Chauhan A., Saxena D. C., Singh S. Total dietary fibre and antioxidant activity of gluten free cookies made from raw and germinated amaranth (Amaranthus spp.) flour // LWT-Food Science and Technology. 2015. T. 63. № 2. С. 939–945.

10 Gebremariam M. M., Zarnkow M., Becker T. Effect of drying temperature and time on alpha-amylase, beta-amylase, limit dextrinase activities and dimethyl sulphide level of teff (Eragrostis tef) malt // Food and Bioprocess Technology. 2013. T. 6. № 12. С. 3462–3472.

11 Зипаев Д.В., Кашаев А.Г., Рыбакова К.А. Разработка технологии пивного напитка с использованием солода из тритикале // Вестник Международной академии холода. 2016. № 1. С. 19–23.

REFERENCES

1 Trotsenko A.S., Tanashkina T.V., Korchagina V.P., Medvedeva A.A., Klykov A.G. Technology features svezheproshito buckwheat malt. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and processing of agricultural products]. 2012. no. 4. pp. 10–13. (in Russian).

2 Chekina M., Batalova G. Oats as a gluten-free raw materials in the drinks of a functional purpose. *Industriya napitkov* [Drinks industry]. 2014. no. 7. pp. 16–21. (in Russian).

3 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).

4 Korotkikh E.A., Novikova I.V., Vostrikov S.V. Optimization of conditions for malting of buckwheat. *Pivo i napitki* [Beer and drinks]. 2011. no. 5. pp. 16–17. (in Russian).

5 Kolomnikova Ya.P., Derkanosova A.A., Manukovskaya M.V., Litvinova E.V. Effect of non-conventional raw materials for the biotechnological properties and the structure of the pastry. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2015. no. 3. pp. 157–160. (in Russian).

6 Alekseev G.V., Derkanosova A.A., Leu A.G., Kharitonov D.V. Features of innovative transformation of the enterprise for processing of food raw materials. Russian. *Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. 2017. vol. 64. № 4. pp. 94–99.

7 Elkhalfa A. E. O., Bernhardt R. Influence of grain germination on functional properties of sorghum flour. *Food Chemistry*. 2010. vol. 121. no. 2. pp. 387–392.

8 Omary M. B. et al. Effects of germination on the nutritional profile of gluten-free cereals and pseudocereals: a review. *Cereal Chemistry*. 2012. vol. 89. no. 1. pp. 1–14.

9 Chauhan A., Saxena D. C., Singh S. Total dietary fibre and antioxidant activity of gluten free cookies made from raw and germinated amaranth (Amaranthus spp.) flour. *LWT-Food Science and Technology*. 2015. vol. 63. no. 2. pp. 939–945.

10 Gebremariam M. M., Zarnkow M., Becker T. Effect of drying temperature and time on alpha-amylase, beta-amylase, limit dextrinase activities and dimethyl sulphide level of teff (Eragrostis tef) malt. *Food and Bioprocess Technology*. 2013. vol. 6. no. 12. pp. 3462–3472.

11 Zipaev D.V., Kashaev A.G., Rybakova K.A. Development of technology for beer beverage using malt from triticale. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda* [Bulletin of the International Academy of refrigeration]. 2016. no. 1. pp. 19–23. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

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

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

Анна В. Зеленькова ген. директор, ООО «Профималт», г. Липецк, Россия

Юлия В. Пожалова студент, кафедра технологии бродильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 28.02.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 14.04.2017

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Alla E. Chusova candidate of technical sciences, assistant professor, technology of fermenting and sugary production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, hycovai@mail.ru

Gennadij V. Agafonov doctor of technical sciences, professor, technology of fermenting and sugary production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia,

Anna V. Zelen'kova CEO, JSG Profimalt, Lipetsk, Russia

Julija V. Pozhalova student, technology of fermenting and sugary production department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

CONTRIBUTION

All authors equally took part in writing the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 2.28.2017

ACCEPTED 4.14.2017