

Возможность применение гречихи в технологии ферментированного солода

Геннадий В. Агафонов ¹	kafedra_tbsp@mail.ru
Алла Е. Чусова ¹	hycovai@mail.ru
Наталия С. Ковальчук ¹	natalibai13@gmail.ru
Наталья В. Зуева ¹	nataspirt30@yandex.ru

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

Аннотация. Традиционным сырьем для производства ферментированного солода является рожь. В работе рассмотрено применение в качестве нетрадиционного сырья зерен гречихи. Материалами исследования являлись рожь сорта Восток 2 и гречиха сорта Диккуль. Амилолитическую способность (АС) солода определяли колориметрическим йодометрическим методом, осахаривающую способность (ОСп) – поляриметрическим методом, протеолитическую (ПС) – рефрактометрическим методом (по Петрову), влажность исследуемых образцов определяли на влагомере термографическом инфракрасном FD-610. Экстрактивность, кислотность и цветность ферментированного солода определяли согласно ГОСТу Р 52061-2003. Установили, что АС, ОСп и ПС гречишного солода соответственно на 5,8 % выше, на 42,9 % ниже и на 11,6 % выше, чем у ржаного солода. Сравнительная характеристика ферментированного гречишного и ржаного солодов показала, что происходит уменьшение массовой доли экстракта и увеличение цвета гречишного солода. Это происходит за счет гидролиза высокомолекулярных соединений – углеводов, белков до сахаров и аминокислот соответственно, за счёт протекания реакций меланоидинообразования, в результате которых улучшаются цвет, вкус и аромат солода. Получили, что применение гречихи в технологии ферментированного солода возможно, более того, является безглютеновым сырьем из-за низкого содержания глютеиновой фракции белка и может быть применена для широкого круга потребителей, в том числе страдающих глютеиновой непереносимостью. Но для повышения его экстрактивности желательно использовать ферментные препараты на стадии солодоращения. Новизна предлагаемого технического решения подтверждена патентом РФ на изобретение № 2603268 «Способ производства ферментированного гречишного солода».

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

The possibility of buckwheat application in the fermented malt technology

Gennadij V. Agafonov ¹	kafedra_tbsp@mail.ru
Alla E. Chusova ¹	hycovai@mail.ru
Natalya S. Kovalchuk ¹	natalibai13@gmail.ru
Natalya V. Zuyeva ¹	nataspirt30@yandex.ru

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

Abstract. Rye is the traditional raw material for the fermented malt production. The article considers buckwheat grains application as an unconventional raw material. The research materials were rye of Vostok 2 breed and buckwheat of Dikul breed. Amylolytic capacity (AC) of malt was determined by colorimetric iodometric method, saccharification capacity (SC) - by polarimetric method, proteolytic (PC) - by refractometric method (according to Petrov); the humidity of the samples was determined on a thermographic infrared moisture meter FD 610. The extract, acidity and color of the fermented malt was determined according to GOST R 52061 - 2003. It was found that AC, SC and PC of buckwheat malt are 5.8% higher, 42.9% lower and 11.6% higher respectively than those of rye malt. Comparative characteristics of fermented buckwheat and rye malts showed that there is a decrease in the mass fraction of the extract and an increase in the color of buckwheat malt. This happens due to the hydrolysis of high-molecular compounds - carbohydrates, proteins to sugars and amino acids, respectively, due to the reactions of melanoid formation, which result in improved color, taste and aroma of malt. It was found that the use of buckwheat in fermented malt technology is possible, moreover, it is a gluten-free raw material due to the low content of the gluten fraction of the protein and can be applied to a wide range of consumers, including those suffering from gluten intolerance. But to increase its extractiveness, it is desirable to use enzyme preparations at the malting stage. The novelty of the proposed technical solution is confirmed by the RF patent for invention No. 2603268 "Method for the production of fermented buckwheat malt".

Keywords: buckwheat malt, enzyme preparation Ceramix 6XMG, oat, amylolytic and proteolytic ability, fermented buckwheat malt

Для цитирования

Агафонов Г.В., Чусова А.Е., Ковальчук Н.С., Зуева Н.В. Возможность применение гречихи в технологии ферментированного солода // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 4. С. 170–176. doi:10.20914/2310-1202-2018-4-170-176

For citation

Agafonov G.V., Chusova A.E., Kovalchuk N.S., Zuyeva N.V. The possibility of buckwheat application in the fermented malt technology. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 4. pp. 170–176. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-4-170-176

Введение

Согласно «Распоряжению Правительства Российской Федерации от 25 октября 2010 г. № 1873-р г. Москва», утвержденному председателем правительства Российской Федерации В.В. Путиным, и «Распоряжению Правительства РФ от 30.06.2012 № 1134-р г. Москва», утвержденному председателем правительства Российской Федерации Д.А. Медведевым [3, 4], были приняты основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года. Основными задачи в области здорового питания являются: развитие отечественного производства пищевых продуктов; обогащение незаменимыми компонентами отечественных продуктов питания, в том числе детского и специализированного; расширение ассортимента пищевых продуктов функционального назначения и диетических (лечебных и профилактических).

В результате решения поставленных задач в области здорового питания планируется:

- рост объема производства витаминизированных и минерализованных продуктов массового потребления;
- заполнение отечественными производителями 80% рынка специализированных продуктов для детского питания, в том числе диетического (лечебного и профилактического);
- сокращение заболеваемости среди детей и молодежи, связанной с питанием (анемия, недостаточность питания, ожирение, болезни органов пищеварения), до 10%. Одним из таких заболеваний органов пищеварения является целиакия (глютеновая энтеропатия). Целиакия – иммунная непереносимость проламинов пшеницы, ржи, ячменя [3, 4].

Единственным терапевтическим средством для лиц, страдающих целиакией, является постоянное соблюдение безглютеновой диеты.

Традиционным сырьем для производства ферментированного солода является рожь.

Зерна гречихи по химическому составу близки к зернам ржи (таблица 1), но в то же время отличаются химическим составом частей зерна (таблица 2).

Фракционный состав белка зерна гречихи представлен в основном глобулинами и альбуминами, при почти полном отсутствии проламинов и глютелинов. В то время как в составе белка ржи, наоборот, преобладают проламины и глютелины при низком содержании альбуминов и глобулинов (таблица 3) [8].

Таблица 1.

Химический состав зерна гречихи и ржи (в%) [8]

Table 1.

Chemical composition of grain of a buckwheat and rye (%) [8]

Показатель Indicator	Зерно Grain	
	Гречиха Buckwheat	Рожь Rye
Вода Water	14	14
Белок Protein	11,6	9,9
Липиды Lipid	2,3	1,6
Углеводы Carbohydrates	59,5	70,9
Клетчатка Cellulose	10,8	2,9
Зольность Ash	1,8	1,7

Таблица 2.

Соотношение частей зерна гречихи и ржи (в %)

Table 2.

Ratio of buckwheat and rye grain parts (%)

Часть зерна Part of Grain	Зерно Grain	
	Гречиха Buckwheat	Рожь Rye
Плодовая оболочка Fruit shell	17–25	5,0–7,0
Семенная оболочка Seed coat	1,5–2,0	1,9–6,0
Алейроновый слой Aleurone layer	4,0–5,0	11,0–12,0
Эндосперм Endosperm	55,0–65,0	73,0–77,0
Зародыш Embryo	10,0–15,0	3,5–3,7

Таблица 3.

Фракционный состав белка зерна гречихи и ржи (в % от общего содержания белка)

Table 3.

Fractional composition of buckwheat and rye grain protein (in % of total protein content)

Фракция Fraction	Зерно Grain	
	Гречиха Buckwheat	Рожь Rye
Альбумины Albumins	21–24	0,4–0,5
Глобулины Globulins	42–45	1,7–2,2
Проламины Prolamins	1,1–1,2	37,2–41,6
Глютелины Glutelins	10–12	26,6–41,9

Качественные показатели зерен гречихи уступают качественным показателям зерен ржи. Абсолютная масса гречихи ниже абсолютной массы ржи на 27,8%, а способность прорастания практически имеет один уровень с зерном ржи. Содержание крахмала у гречихи ниже на 10,2% содержания крахмала у ржи. Рожь превышает гречиху на 10% по содержанию крахмала, по экстрактивности – на 12,9%, по содержанию белка – на 20% (таблица 4) [8].

Таблица 4.
Качественные показатели зерна [8]

Table 4.
Grain quality indicators [8]

Показатель Indicator	Гречиха Buckwheat	Рожь Rye
Абсолютная масса 1000 зерен, г Absolute weight of 1000 grains, g	23,3	32,3
Содержание белка, % СВ Protein content, % DM	12,0	15,0
Содержание крахмала, % СВ The starch content, % more than	52,5	58,5
Экстрактивность, в % на BCB Extractivity, in % on WSS	67,5	77,5
Способность прорастания, % Germination ability, %	92,8	94,3

Такое сырье, как гречиха, может быть использовано для расширения ассортимента отечественного рынка специализированных продуктов (в том числе лечебного и профилактического характера) для категории потребителей, страдающих глютеновой энтеропатией. Также белок зерна гречихи отличается повышенной биологической ценностью. Поэтому разработка технологии производства ферментированного солода из безглютенового сырья является актуальной и имеет научное и практическое значение.

Цель работы – разработка технологии ферментированного солода из зёрен гречихи с целью внедрения его в пивоваренной, безалкогольной, кондитерской, солодовенной, хлебобулочной и других подотраслях пищевой промышленности, а также при разработке продуктов для специального питания.

Техническая задача работы – разработка способа производства ферментированного гречишного солода, позволяющего повысить качество солода за счёт увеличения его пищевой и биологической ценности вследствие увеличения относительной влажности гречихи при замачивании и стадии ферментации, где при оптимальных условиях под действием ферментов идут процессы гидролиза высокомолекулярных соединений – углеводов, белков до сахаров и аминокислот, за счёт которых протекают реакции меланоидинообразования, в результате улучшается цвет, вкус и аромат солода; изменение температурных режимов сушки, а также её продолжительности; получение продукта с профилактическими свойствами.

Материалы и методы

Материалами исследования являлись рожь сорта Восток 2 и гречиха сорта Дикунь. Амилолитическую способность (АС) солода определяли колориметрическим йодометрическим методом, осахаривающую способность (ОС_п) – поляриметрическим методом, протеолитическую (ПС) – рефрактометрическим методом (по Петрову), влажность исследуемых образцов определяли на влагомере термографическом инфракрасном FD-610. Экстрактивность, кислотность и цветность ферментированного солода определяли согласно ГОСТ Р 52061-2003.

Замачивание гречихи и ржи проводили воздушно-водяным способом при температуре 15–16 °С в водопроводной воде до относительной влажности 46–50%, причём воздушные и водяные паузы чередовали каждые 4 ч. Проращивание проводили в течение 6–7 сут при температуре 15–16 °С до достижения максимальной активности гидролитических ферментов амилолитического и протеолитического действия. Подвергали ферментации, для чего оставляли в покое на 12–24 ч до тех пор, пока температура в среднем слое не повысилась до 50–55 °С, ворошили и продували кондиционированным воздухом с такой интенсивностью, чтобы влажность солода была 50–52%, а температура во всех слоях 67–68 °С в течение 5 сут. Сушку проводили с постепенным увеличением температуры от 67–68 °С до 74–75 °С в течение 16 ч до достижения величины влажности 5–6% [6].

Результаты и обсуждение

При проращивании у гречишного солода максимальная амилолитическая способность (АС) достигается на 4-е сут рашения и составляет 20,7 ед./г. Это на 5,8% больше, чем у зерна ржи. На 5-е сут отмечается спад амилолитической активности у ржаного солода на 1,1%, у гречишного – на 2,4% (рисунок 1).

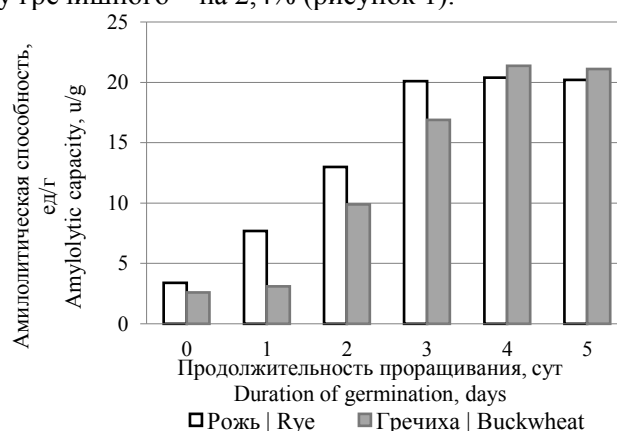


Рисунок 1. Изменение АС ржаного и гречишного солода от продолжительности проращивания

Figure 1. AA change of rye and buckwheat malt from the duration of germination

Максимальное накопление осаживающей активности у образцов наблюдается в 3-и сут проращивания и достигает значений в зерне у гречишного – 3,0 ед./г, у ржаного солода – 5,3 ед./г. По сравнению с гречихой осаживающая способность традиционной культуры выше на 42,9%. На 4-е сут ОСп гречишного солода незначительно снижается на 3,3%, у ржаного солода уменьшается на 2,0% (рисунок 2) [5].

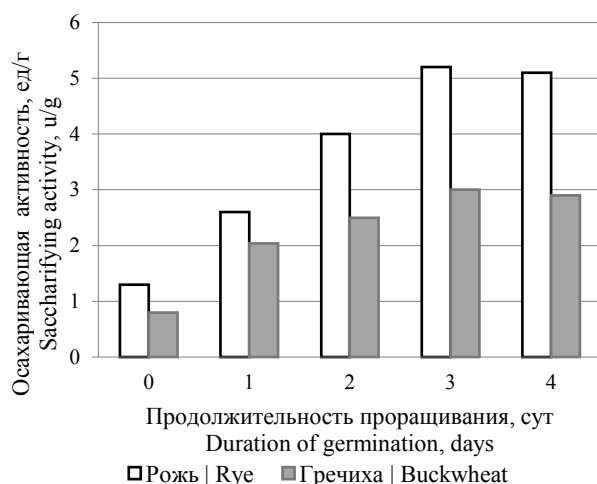


Рисунок 2. Величина ОСп свежепросоших солодов
Figure 2. The value OSp of fresh-grown malts

Максимальные значения протеолитической активности солодов были достигнуты на 3-и сут рашения: у гречишного – 25,9 ед./г, у ржаного – 22,9 ед./г. По сравнению с зерном гречихи протеолитическая активность ржи ниже на 11,6%. На 4-у сут рашения активность незначительно падает у ржаного снижается на 4,9%, у гречишного – на 2,5% (рисунок 3) [5].

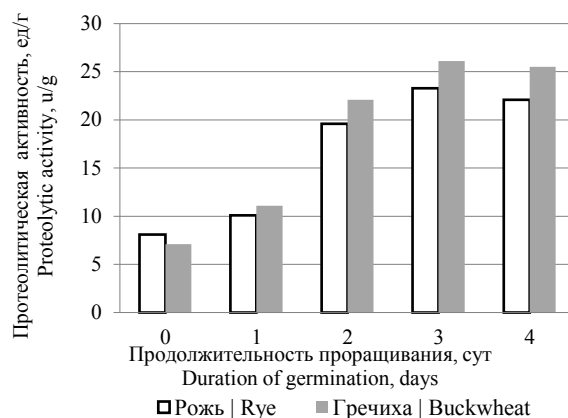


Рисунок 3. Величина протеолитической активности свежепросоших солодов
Figure 3. The value of proteolytic activity of fresh-grown malts

Свежепросоший солод ферментировали с целью накопления в нем с участием собственных энзимов максимального количества низкомолекулярных углеводов, аминокислот, пептидов, которые вступают в реакцию меланоидинообразования с накоплением вкусовых, ароматических и красящих веществ для получения ферментированного продукта.

Амилолитическая активность солода в ходе ферментации продолжает расти и достигает своего максимума: для ржаного солода 22,5 ед./г, для гречишного солода – 24,9 ед./г. После достижения максимума активность идет на спад. К началу сушки значение АС гречишного солода составляет 22,9 ед./г, у ржаного солода – 21,2 ед./г. При сушке снижение активности продолжается. В готовом солоде по сравнению с солодом в начале ферментации АС снизилась у ржаного на 56,2%, у гречишного солода – на 57,2% (рисунок 4) [5].

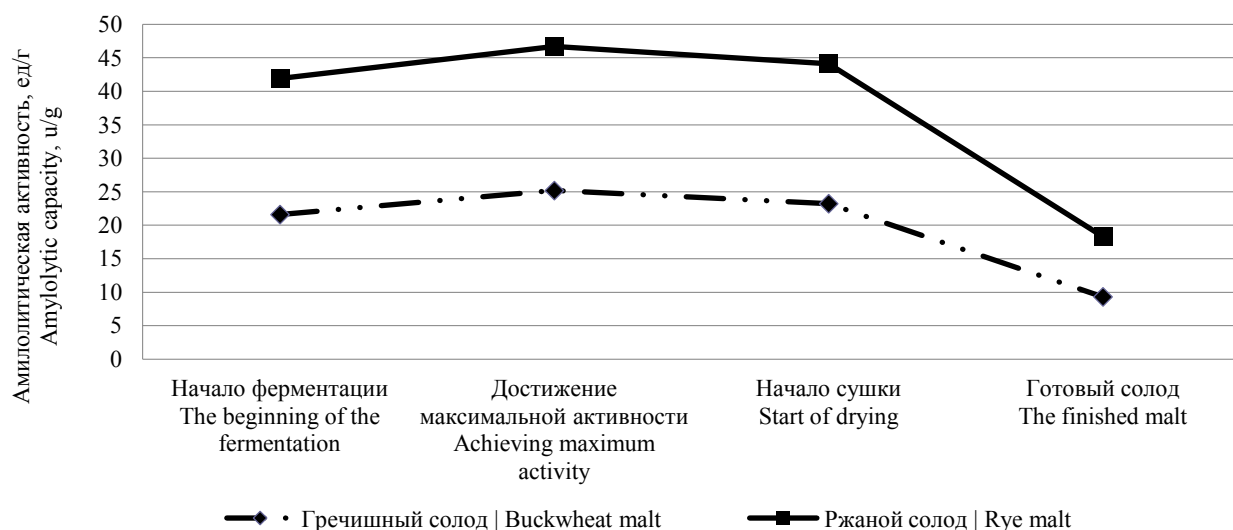


Рисунок 4. Изменение амилолитической активности в процессе ферментации и сушки солода
Figure 4. Changes in amylolytic activity during fermentation and drying of malt

Характер поведения осахаривающей активности аналогичен амилолитической активности. В начале ферментации осахаривающая активность достигает наибольшего значения: для гречишного – 3,3 ед./г, для ржаного – 5,5 ед./г. После первой стадии ферментации значение ОСп начинает снижаться и к началу сушки оно достигает 5,0 ед./г для ржаного и 2,9 ед./г – для гречишного солода. Во время сушки наблюдается снижение ОСп и в готовом солоде составляет: у гречишного 1,3 ед./г

и у ржаного солода 2,5 ед./г. За период процессов термообработки солода осахаривающая способность снизилась для ржаного на 55,2% и для гречишного солода – на 63,0% (рисунок 5).

Значение протеолитической активности идет на спад на всем протяжении томления и сушки. За период процессов термообработки протеолитическая активность снизилась на 77,8% у ржаного и на 73,7% у гречишного солода (рисунок 6) [5].

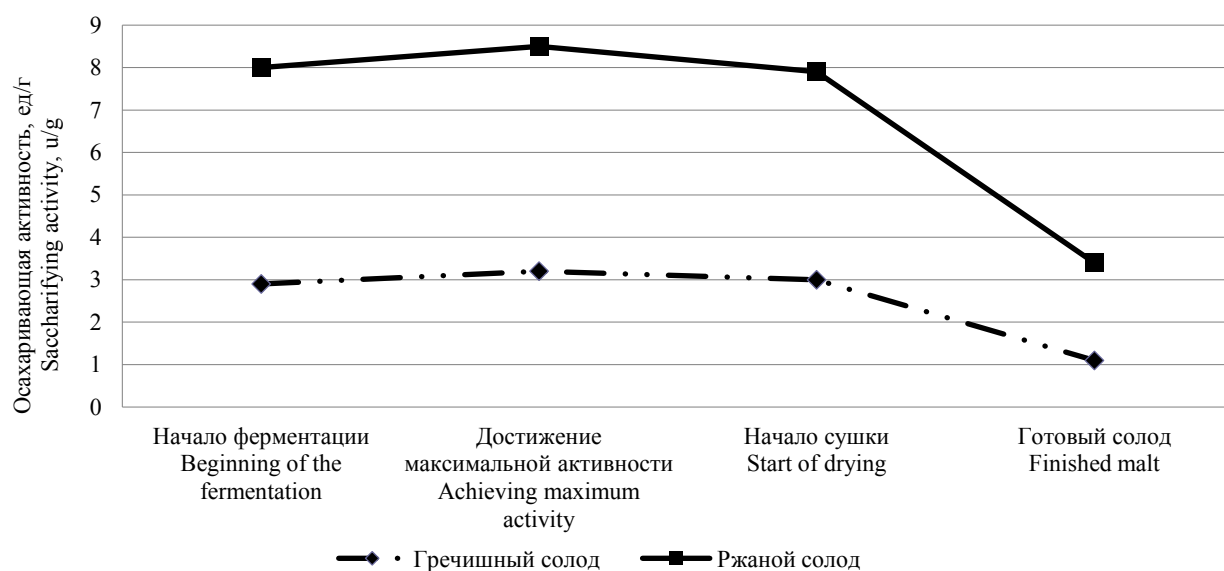


Рисунок 5. Изменение осахаривающей способности в процессе ферментации и сушки солода

Figure 5. Changes in the saccharifying capacity during fermentation and drying of malt

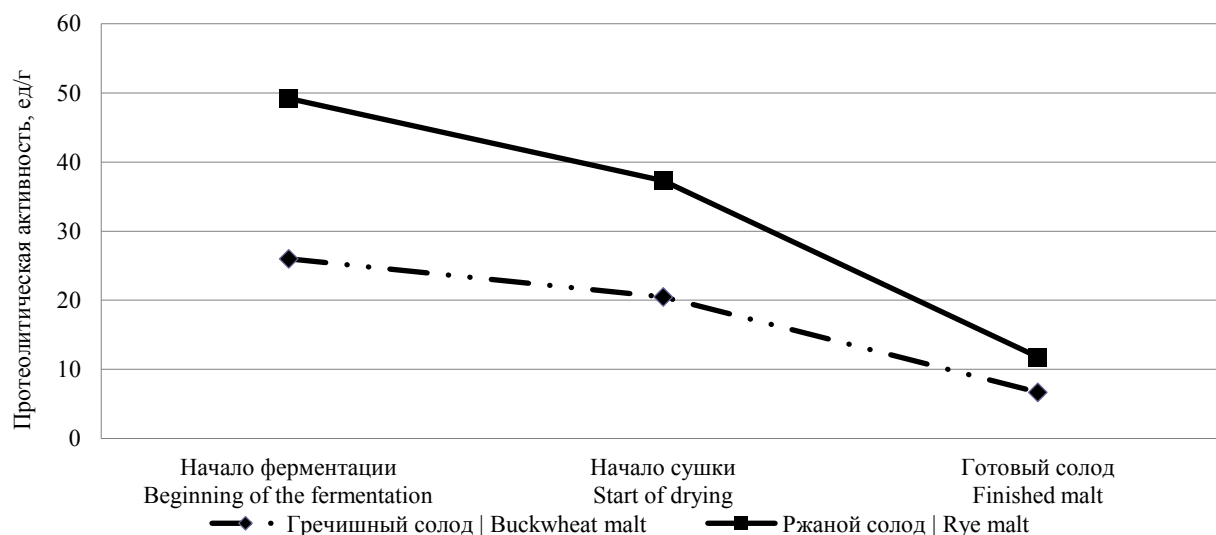


Рисунок 6. Изменение протеолитической активности в процессе ферментации и сушки солода

Figure 6. Changes in proteolytic activity during fermentation and drying of malt

В ходе проведенных исследований были получены ферментированные гречишный и ржаной солода, показатели которых представлены в таблице 5. Следует отметить, что полученный ферментированный ржаной солод соответствует

II классу ГОСТ Р 52061-2003, а показатели ферментированного гречишного солода ниже, чем показатели ржаного ферментированного солода, потому что АС и ОСп гречишного солода была ниже, чем у ржаного (рисунки 4, 5).

Сравнительная характеристика ферментированного гречишного и ржаного солодов

Table 5.

Comparative characteristics of fermented buckwheat and rye malt.

Наименование показателя Indicator	Ферментированный солод Malt	
	Гречишный Buckwheat	Ржаной Rye
Цвет Color	Коричневый с красноватым оттенком Brown with reddish tint	Темно-коричневый с красноватым оттенком Dark brown with Reddish tint
Вкус Taste	Сладковатый с кислинкой Sweet and Sour	Сладковатый с кислинкой, напоминающий вкус ржаного хлеба Sweet and sour, reminiscent of the Taste of rye bread
Массовая доля влаги, % Mass fraction of moisture, %	7,0	8,0
Массовая доля экстракта при горячем экстрагировании с вытяжкой из ячменного солода, % Mass fraction of the extract during hot extraction with barley malt extract, %	75	80,0
Кислотность солода, к.ед. The acidity of the malt. units.	30	31
Цвет солода, ц.ед. The color of the malt, TS.ed.	22	9,9

Анализ данных таблицы 5 свидетельствует о том, что происходит уменьшение массовой доли экстракта и увеличение цвета гречишного солода. Это происходит за счет гидролиза высокомолекулярных соединений – углеводов, белков до сахаров и аминокислот, за счёт протекания реакций меланоидинообразования, в результате которых улучшаются цвет, вкус и аромат солода.

Заключение

Применение гречихи в технологии ферментированного солода возможно. Это безглютеновое

сырьё из-за низкого содержания глютенной фракции белка может применяться для широкого круга потребителей, в том числе страдающих глютенной непереносимостью [7]. Но для повышения его экстрактивности желательно использовать ферментные препараты [7–12].

Новизна предлагаемого технического решения подтверждена патентом РФ на изобретение № 2603268 «Способ производства ферментированного гречишного солода».

ЛИТЕРАТУРА

1 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. V. 63. № 2. P. 939-945.

2 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. V. 6. № 12. P. 3462-3472.

3 Об основах государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года (распоряжение Правительства Российской Федерации № 1873-р от 25 октября 2010 г).

4 Об утверждении плана мероприятия по реализации Основ государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года (распоряжение Правительства Российской Федерации № 1134-р от 30 июня 2012).

5 Ковальчук Н.С., Агафонов Г.В., Чусова А.Е., Грошева А.С.. Возможность применения гречихи в технологии функциональных напитков // Системный анализ и моделирование процессов управления качеством в инновационном развитии агропромышленного комплекса: материалы II Международной научно-практической конференции 5 апреля 2016 г. Воронеж: ВГУИТ, 2016. С. 278-282.

6 Пат. № 2603268, RU, C12C 1/18. Способ производства ферментированного гречишного солода / Ковальчук Н.С., Агафонов Г.В., Чусова А.Е., Коротких Е.А. и др. № 2015149854/10; Заявл. 2015149854; Опубл. 27.11.2016, бюлл. № 33.

7 Пат. № 2534359, RU, C12C 1/18. Способ получения гречишного солода / Новикова И.В., Коротких Е.А., Агафонов Г.В. № 2013141458/10; Заявл. 2013141458; Опубл. 27.11.2014, бюлл. № 33.

8 Троценко А.С., Танашкина Т.В., Корчагин В.П., Клыков А.Г. Проблемы и перспективы использования гречихи в пищевой биотехнологии // Вестник ТГЭУ. 2010. №2. С.104-114.

9 Starowicz M., Koutsidis G., Zielinski H. Sensory analysis and aroma compounds of buckwheat containing products—a review // Critical reviews in food science and nutrition. 2018. V. 58. № 11. P. 1767-1779.

10 Dezelak M., Zarnkow M., Becker T., Kosir I.J. Processing of bottom-fermented gluten free beer like beverages based on buckwheat and quinoa malt with chemical and sensory characterization // Journal of the Institute of Brewing. 2014. V. 120. №. 4. P. 360-370.

11 Zielinski H., Ciesarova Z., Kukurova K., Zielinska D. et al. Effect of fermented and unfermented buckwheat flour on functional properties of gluten-free muffins // Journal of food science and technology. 2017. V. 54. № 6. P. 1425-1432.

12 Gebremariam M.M., Zarnkow M., Ali K.A., Becker T. Studies on the mashing conditions of teff (*Eragrostis tef*) malt as a raw material for lactic acid fermented gluten free beverage // International journal of food science & technology. 2015. V. 50. № 9. P. 2032-2037.

REFERENCES

1 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.

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

3 Ob osnovah gosudarstvennoj politiki Rossijskoj Federacii v oblasti zdorovogo pitaniya naseleniya na period do 2020 goda [On the basis of the state policy of the Russian Federation in the field of healthy nutrition of the population for the period up to 2020 (Government Decree No. 1873-r of October 25, 2010)]. (in Russian).

4 Ob utverzhdenii plana meropriyatiy po realizacii Osnov gosudarstvennoj politiki Rossijskoj Federacii v oblasti zdorovogo pitaniya naseleniya na period do 2020 goda [On approval of the action plan for the implementation of the Fundamentals of the State Policy of the Russian Federation in the field of healthy nutrition of the population for the period up to 2020 (Government Decree No. 1134-r of June 30, 2012)]. (in Russian).

5 Kovalchuk N.S., Agafonov G.V., Chusova A.E., Grosheva A.S. Feasibility of a buckwheat in technology of functional drinks. Sistemnyj analiz i modelirovanie processov upravleniya kachestvom v innovacionnom razvitii agropromyshlennogo kompleksa [System analysis

and modeling of quality management processes in the innovative development of the agro-industrial complex: materials of the II International Scientific and Practical Conference on April 5, 2016]. Voronezh, VSUET, 2016. pp. 278-282. (in Russian).

6 Kovalchuk N.S., Agafonov G.V., Chusova A.E., Korotkih E.A. et al. Sposob proizvodstva fermentirovannogo grechishnogo soloda [Method of production of the fermented buckwheat malt]. Patent RF, no. 2603268, 2016.

7 Novikova I.V., Korotkih E.A., Agafonov G.V. Sposob polucheniya grechishnogo soloda [Method of receiving buckwheat malt]. Patent RF, no. 25343598, 2014.

8 Trocenko A.S., Tanashkina T.V., Korchagin V.P., Klykov A.G. Problems and the prospects of use of a buckwheat in food biotechnology. Vestnik TGEU [Bulletin of TSUE]. 2010. no. 2. pp. 104-114. (in Russian).

9 Starowicz M., Koutsidis G., Zielinski H. Sensory analysis and aroma compounds of buckwheat containing products—a review. Critical reviews in food science and nutrition. 2018. vol. 58. no. 11. pp. 1767-1779.

10 Dezelak M., Zarnkow M., Becker T., Kosir I.J. Processing of bottom-fermented gluten free beer like beverages based on buckwheat and quinoa malt with chemical and sensory characterization. Journal of the Institute of Brewing. 2014. vol. 120. no. 4. pp. 360-370.

11 Zielinski H., Ciesarova Z., Kukurova K., Zielinska D. et al. Effect of fermented and unfermented buckwheat flour on functional properties of gluten-free muffins. Journal of food science and technology. 2017. vol. 54. no. 6. pp. 1425-1432.

12 Gebremariam M.M., Zarnkow M., Ali K.A., Becker T. Studies on the mashing conditions of teff (*Eragrostis tef*) malt as a raw material for lactic acid fermented gluten free beverage. International journal of food science & technology. 2015. vol. 50. no. 9. pp. 2032-2037.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

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

Наталья С. Ковальчук аспирант, кафедра технологии броидильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, natalibai13@gmail.ru

Наталья В. Зуева к.т.н., доцент, кафедра технологии броидильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, nataspirt30@yandex.ru

Gennadij 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

Natalya S. Kovalchuk graduate student, technologies of fermentation and sugar industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, natalibai13@gmail.ru

Natalya V. Zuyeva Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technologies of fermentation and sugar industries department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, nataspirt30@yandex.ru

CONTRIBUTION

Gennadij V. Agafonov consultation during the study

Alla E. Chusova proposed a scheme of the experiment

Natalya S. Kovalchuk wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Natalya V. Zuyeva organized production trials

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.9.2018

ACCEPTED 11.28.2018

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Геннадий В. Агафонов консультация в ходе исследования

Алла Е. Чусова предложила методику проведения эксперимента

Наталья С. Ковальчук написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Наталья В. Зуева организовала производственные испытания

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 09.10.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 28.11.2018