

Анна Андреевна Семенюта

Дальневосточный федеральный университет, Школа биомедицины, доцент департамента пищевых наук и технологий, кандидат технических наук, Россия, Приморский край, остров Русский, п. Аякс
E-mail: Nyrochka_1988@mail.ru

Татьяна Владимировна Танашкина

Дальневосточный федеральный университет, Школа биомедицины, доцент департамента пищевых наук и технологий, кандидат биологических наук, доцент, Россия, Приморский край, остров Русский, п. Аякс
E-mail: tatiana.vl.tan@gmail.com

**СОЛОДОРАЩЕНИЕ ГРЕЧИХИ: СПОСОБЫ ЗАМАЧИВАНИЯ ЗЕРНА
И ИХ ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО СОЛОДА**

Цель исследования – изучение влияния способов замачивания зерна гречихи на изменение активности амилолитических ферментов при солодоращении и качество солода. Задачи исследования: установить влияние способов замачивания на изменение влажности (W), амилолитической активности (АС), активности α - и β -амилаз в процессе проращивания зерна; исследовать качественные показатели готового гречишного солода. Объекты исследования – зерно гречихи посевной сортов Изумруд и При 345 с содержанием белка 13,1 и 11,2 % соответственно и полученные из него с использованием трех способов замачивания (воздушно-водяное – ВВЗ, воздушно-оросительное – ВОЗ, оросительное – ОЗ) образцы светлого гречишного солода. В процессе солодоращения измеряли влажность, амилолитическую активность, уровень α - и β -амилаз прорастающего зерна. Готовый солод анализировали по показателям экстрактивности, протеолитической растворенности, АС, вязкости и кислотности. Результаты показали, что способ замачивания, а также сортовые особенности зерна гречихи не оказывают существенного влияния на накопление влаги в процессе солодоращения, содержание которой по окончании проращивания составило 53 %. Динамика уровня АС прорастающего зерна при всех способах замачивания была одинакова и составила в свежепроросшем солоде сорта При 345 300–312 ед. W-К, сорта Изумруд – около 400 ед. W-К. Выявлено постепенное увеличение активности α -амилазы на протяжении всего проращивания до 80–96 мг/г солода, в то время как уровень β -амилазы резко возрастал до 11,5–12 мг/г в первые 24 ч и далее практически не изменялся. Существенного влияния способа замачивания зерна на изменение активности этих ферментов не обнаружено. Анализ физико-химических свойств готового гречишного солода показал, что использование различных способов замачивания позволяет регулировать лишь отдельные показатели его качества, но не дает возможность получить солод, характеризующийся совокупностью высоких качественных характеристик. Необходимо искать методы улучшения качества солода на других этапах солодоращения – проращивания и сушки.

Ключевые слова: гречиха, зерно, солод, солодоращение, замачивание, амилазы.

Anna A. Semenyuta

Far Eastern Federal University, School of Biomedicine, associate professor of the department of food sciences and technologies, candidate of technical sciences, Russia, Primorsk Region, Russky Island, the settlement of Ayax
E-mail: Nyrochka_1988@mail.ru

Tatyana V. Tanashkina

Far Eastern Federal University, School of Biomedicine, associate professor of the department of food sciences and technologies, candidate of biological sciences, associate professor, Russia, Primorsk Region, Russky Island, the settlement of Ayax
E-mail: tatiana .vl.tan@gmail.com

BUCKWHEAT MALTING: GRAIN STEEPING METHODS AND THEIR INFLUENCE ON THE MALT QUALITY

*The aim of the work was to study the influence of the steeping methods on the change in the activity of amylolytic enzymes during malting of buckwheat grain and the quality of malt. The research problems were to establish the influence of steeping methods on the changes in moisture content, amylolytic activity (AC) and the activity of α - and β -amylases during grain germination; to investigate the quality specification of buckwheat malt. The objects of the research were buckwheat grain *Fagopyrum esculentum* cultivar Izumrud and Pry 345 (protein content 13.1 and 11.2 %, respectively) and the malt obtained by air-water, air-spray and spray steeping methods. The moisture, the activity of α -, β -amylases of grain during germination and extract, proteolytic modification, AC, viscosity, acidity of malt after store maturation were investigated. The results showed that steeping method as well as buckwheat cultivar did not have any significant effect on the accumulation of moisture in malting which content in green malt was 53 %. The change in the AC level of germinating grain for different steeping methods was the same and made: in Pry 345 300–312 units W-K, in Izumrud – about 400 units W-K. It was revealed a gradual increase in the activity of α -amylase during malting to 80-96 mg/g, but the level of β -amylase sharply increased to 11.5–12.0 mg/g for 24 hours and then did not change. Essential effect of steeping method on these enzymes' activity was not revealed. The analysis of physical and chemical properties of the buckwheat malt showed that steeping method had made it possible to regulate only certain characteristics of its quality but did not make it possible to obtain high quality malt according to all indicators. It is necessary to look for the methods to improve the malt quality at other stages of malting – germination and malt kilning.*

Keywords: buckwheat, grain, malt, malting, steeping, amylases.

Введение. В последние годы в пищевой промышленности стали активно использовать нетрадиционные виды солодов. Особое место среди них занимает гречишный, поскольку в отличие от других, полученных из зерна многих злаковых культур, он не содержит глютена и поэтому может использоваться в производстве продуктов питания для больных целиакией (глютеновая непереносимость). Его белки характеризуются высокой биологической ценностью, в нем много витаминов группы В, ионов калия, марганца, железа, цинка, меди. Также он единственный среди всех видов солодов содержит биофлавоноид рутин, эффективное действие которого доказано в профилактике и лечении многих заболеваний. Исходя из этого, в последние годы активно ведутся работы по изучению возможности использования гречишного

солода в производстве безглютеновых продуктов питания [1–3].

На формирование качества солода оказывают влияние не только физиологические и технoхимические показатели зерна, но и в большой степени условия солодоращения. Важнейшими из них являются уровень влажности зерна и способы его достижения, температура и продолжительность проращивания, степень аэрации. Несмотря на то, что исследования по поиску оптимальных методов получения солода из зерна гречихи делятся почти 15 лет, до сих пор ни в одной статье отечественных и зарубежных авторов не представлено сведений о значении способов замачивания зерна для формирования качества получаемого из него солода [4–8]. В самой первой работе ирландских исследователей сообщалось о мокром замачивании, которое длилось в течение 40 ч [8], но чаще всего

для гречихи используют воздушно-водяное замачивание различной продолжительности (12–30 ч) или оросительное [5, 9, 10]. Описание результатов сравнительного анализа влияния различных способов замачивания зерна гречихи на качество получаемого из него солода в литературе не найдено.

Цель исследования: изучение влияния способов замачивания зерна гречихи на изменение активности амилолитических ферментов в процессе солодоращения и качество солода.

В **задачи исследования** входило: установить влияние способов замачивания на изменение влажности, амилолитической активности (АС), активности α - и β -амилаз в процессе проращивания зерна; исследовать качественные показатели готового гречишного солода, полученного разными способами.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являлись зерно гречихи полевой *Fagopyrum esculentum* Moench. (*Polygonaceae*) сортов Изумруд и При 345, полученные из него образцы светлого гречишного солода.

Солодоращение осуществляли тремя способами, отличающимися условиями замачивания зерна. При ВВЗ зерно находилось под слоем воды в течение 4 ч с двумя 30-минутными воздушными паузами, после чего зерно направляли на проращивание. При двух других способах сразу после мойки и дезинфекции зерно помещали в аппарат для проращивания, где оно подвергалось постоянному или периодическому орошению (ОЗ и ВОЗ соответственно) на протяжении всего проращивания. Проращивание вели при температуре 15 °С в течение 72 ч. Образцы для определения W (ГОСТ 29294-2014), АС и уровня α - и β -амилаз отбирали перед началом солодоращения, через 6 ч замачивания и далее каждые 24 ч до окончания проращивания [11]. Сушку свежепросоженного солода осуществляли при температуре 50 °С в течение 5 ч, а затем при 60 °С до достижения влажности не более 5 %. Качество солода после одного месяца отлежки исследовали, определяя следующие физико-химические показатели: W (ГОСТ 29294-2014), экстрактивность (ГОСТ 52061-2003), АС

[11], содержание аминного азота [12], число Кольбаха (ЧК) (ГОСТ 29294-2014), вязкость [11], титруемая и активная кислотность (ГОСТ 29294-2014). Обработку и статистический анализ результатов осуществляли с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты исследования и их обсуждение. Известно, что одним из важнейших показателей пригодности зерна для солодоращения является уровень белка. Считается, что оптимальное содержание белка для злаковых культур – 10,0–12,0 % на СВ. Больше его количество затрудняет переработку зерна в солод, а также может отрицательно повлиять на процесс брожения и коллоидную стойкость напитка [13]. Однако, поскольку белковые вещества выполняют в том числе и биокаталитическую функцию, существует мнение, что чем больше белка в зерне, тем выше ферментативная активность получаемого из него солода [13, 14]. В то же время другие авторы считают, что из высокобелкового зерна получается солод с меньшей АС по сравнению с низкobelковым [15, 16]. Сведения о содержании белка в зерне гречихи и влиянии его на процессы при солодоращении и качество солода единичны [5]. Поэтому для эксперимента были выбраны сорта гречихи, существенно отличающиеся по этому показателю: При 345 – 11,2 % и Изумруд – 13,1 %.

Результаты показали, что динамика накопления влаги зерном гречихи сортов При 345 и Изумруд в процессе солодоращения при различных способах замачивания была одинакова (рис. 1). Зерно набирало влагу свыше 30 % в первые 30 мин, затем к 24 ч влажность достигала постоянного значения – около 50 %. К окончанию проращивания W свежепросоженного солода при ВВЗ и ВОЗ у сорта При 345 была одинакова и составила 53,2 %, у сорта Изумруд – 52,6 и 52,7 % соответственно. При ОЗ зерно При 345 достигало влажности 53,3 %, а Изумруда – 52,9 %. Незначительное отставание в накоплении влаги при воздушно-водяном замачивании в первые двое суток проращивания отмечено у сорта Изумруд.

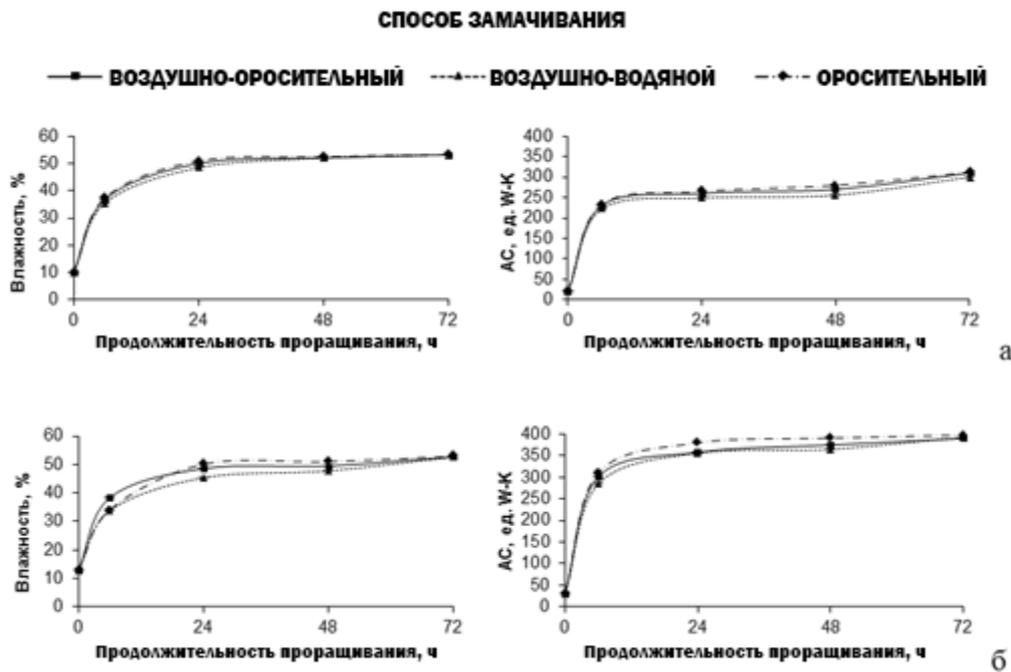


Рис. 1. Изменение влажности и амилолитической активности зерна гречихи сортов При 345 (а) и Изумруд (б) в процессе проращивания при разных способах замачивания

Таким образом, способ замачивания, а также сортовые особенности зерна гречихи не оказывают существенного влияния на накопление влаги в процессе солодоращения.

Такая же закономерность была выявлена и при изменении АС прорастающего зерна гречихи. Характер накопления АС сорта При 345 был примерно одинаковым независимо от способа замачивания (см. рис. 1). Так, в свежепроросшем солоде При 345 уровень АС составлял 300 ± 3 (ВВЗ), 310 ± 2 (ВОЗ) и 312 ± 2 ед. W-K (ОЗ). В отличие от сорта При 345 АС свежепроросшего солода сорта Изумруд она была на 25 % выше: 390 ± 3 , 393 ± 1 и 398 ± 3 ед. W-K при ВВЗ, ВОЗ и ОЗ соответственно. При этом при ОЗ в первые двое суток она накапливалась интенсивней, следуя за динамикой W. Значение содержания влаги в прорастающем зерне и связь этого показателя с АС обсуждалось в ряде работ ранее [5, 13]. Можно предположить, что сортовые различия связаны с более высоким содержанием белка в зерне сорта Изумруд по сравнению с При 345. Как уже указывалось выше, в ряде работ сообщалось о прямой зависимости АС ячменного солода от уровня белка в зерне.

Таким образом, данные по накоплению АС свидетельствуют, что для получения свежепроросшего гречишного солода способ замачивания не имеет значения. Следует лишь учитывать сортовые особенности зерна гречихи.

Характерным свойством гречишного солода, по сравнению с другими видами солодов является отсутствие у него осаживающей способности [1, 3, 7, 9], что существенно затрудняет технологический процесс при получении сусле. Как известно, эффективность осаживания затора зависит от соотношения активности α - и β -амилаз солода. Поэтому на следующем этапе исследования анализировали изменение активности этих ферментов в процессе солодоращения в зависимости от способа замачивания зерна. Для эксперимента был выбран сорт Изумруд, характеризующийся более высоким уровнем АС.

Результаты показали, что при проращивании зерна активность α -амилазы увеличивалась постепенно на протяжении всего эксперимента (рис. 2). Содержание β -амилазы в процессе солодоращения резко возрастало в течение первых суток и далее практически не изменялось. При этом активность β -амилазы к концу проращивания была в 7–8 раз меньше, чем α -амилазы. Для ячменного

солода характерна обратная зависимость: содержание в нем β -амилазы выше примерно в 20 раз [3, 13]. По-видимому, недостаточная активность β -амилазы гречишного солода отрицательно влияет на его способность осахаривать затор. Следует отметить, что активность α -амилазы при ОЗ (96 мг/г) и ВОЗ (93 мг/г) была на 17 и 14 % выше, по сравнению с ВВЗ (80 мг/г). На активность β -амилазы способ проращивания не оказывал влияния.

Данные других исследователей о соотношении активности α - и β -амилаз в гречишном со-

лоде крайне противоречивы. Так, в работах одних и тех же авторов в разных статьях приводятся противоположные результаты. Например, в статьях 2006 г. [3] и 2007 г. [7] сообщалось о меньшей активности β -амилазы по сравнению с α -амилазой, а в 2005 [6] и 2010 гг. [2], наоборот, существенно большей. При этом авторы отмечают, что по сравнению с ферментативной активностью ячменного солода уровень α - и β -амилаз гречишного ниже в 1,5–5 и 19–20 раз соответственно.

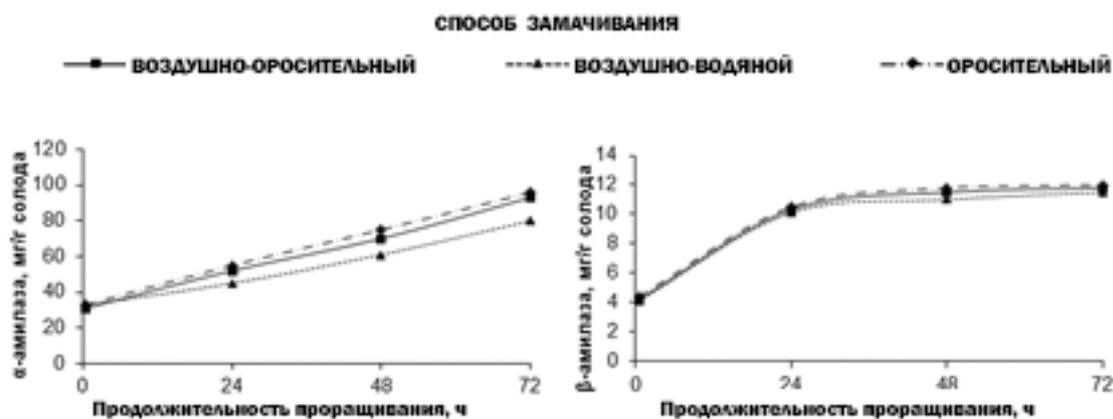


Рис. 2. Изменение активности α - и β -амилаз в процессе проращивания зерна гречихи сорта Изумруд при разных способах замачивания

Таким образом, для производства напитков брожения гречишный солод можно использовать лишь совместно с ячменным солодом, который будет являться источником β -амилаз, либо в комплексе с коммерческими ферментными препаратами амилолитического действия.

Далее проводили анализ качества готового солода из зерна сорта Изумруд, полученного с использованием трех способов замачивания. Результаты физико-химического анализа представлены в таблице.

Максимальный выход экстракта отмечался при ВОЗ, но его недостатками являлись очень высокая вязкость и значительная белковая недорастворенность. Результаты показали, что уровень АС был примерно одинаков во всех образцах солода. Более высокое значение при ОЗ не превышало 6 %, что является несущест-

венным. Преимуществами ВВЗ были наилучшая, по сравнению с двумя другими, протеолитическая растворенность, достаточно высокое содержание аминного азота и низкая вязкость. Другие показатели качества – экстрактивность, уровень АС, белковая растворенность были сравнимы с таковыми у солодов, полученными ОЗ и ВОЗ.

Таким образом, использование различных способов замачивания зерна гречихи позволяет регулировать лишь отдельные показатели качества солода, но не дает возможность получить солод, характеризующийся совокупностью максимально высоких качественных характеристик. Следовательно, необходимо искать приемы улучшения качества солода на этапах проращивания и сушки.

**Физико-химические показатели качества готового гречишного солода,
полученного при разных способах замачивания**

Показатель	Способ замачивания		
	оросительный	воздушно-оросительный	воздушно-водяной
Массовая доля экстракта в СВ солода тонкого помола при горячем экстрагировании с вытяжкой из ячменного солода, %	56,6±0,1	63,2±0,1	58,8±0,1
Отношение массовой доли растворимого белка к массовой доле белковых веществ в сухом веществе солода (число Кольбаха), %	28±1	25±1	34±1
Свободный аминный азот в лабораторном сусле, мг/дм ³	121±1	133±2	130±3
Амилолитическая активность солода на СВ, ед. W-K	246±2	233±1	231±2
Вязкость лабораторного сусла, мПа·с	2,2±0,1	2,8±0,1	2,2±0,1
Кислотность лабораторного сусла, к. ед.	0,7±0,1	0,8±0,1	0,7±0,1
pH лабораторного сусла	6,6±0,1	6,2±0,1	6,5±0,1

Выводы. Результаты проведенных экспериментов позволили сделать вывод, что способы замачивания зерна при солодоращении не оказывают влияния на динамику накопления влаги (*W* достигала 52,6–53,3 %) и формирование комплекса амилолитических ферментов (*AC* достигала 300–312 *W-K* для сорта При 345 и 390–398 *W-K* для сорта Изумруд) при проращивании. Ни один из испытанных способов замачивания не обеспечивает получение готового гречишного солода высокого качества по совокупности наиболее значимых показателей. Необходимо поиск иных способов улучшения качественных характеристик солода из гречихи.

Литература

1. Танашкина Т.В., Семенюта А.А., Троценко А.С. и др. Безглютеновые слабоалкогольные напитки из светлого и томленного гречишного солода // Техника и технология пищевых производств. 2017. № 2. С. 74–80.
2. Phiarais B.P.N. et al. Processing of a top fermented beer brewed from 100% buckwheat malt with sensory and analytical characterisation // J. Inst. Brew. 2010. № 116 (3). P. 265–274.
3. Wijngaard H.H., Arendt E.K. Optimization of mashing program for 100 % malted buckwheat // J. Inst. Brew. 2006. № 112 (1). P. 57–65.
4. Агафонов Г.В., Чусова А.Е., Ковальчук Н.С. и др. Возможность применения гречихи в технологии ферментированного солода // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2018. Т. 80, № 4 (78). С. 170–176.
5. Троценко А.С., Танашкина Т.В., Корчагин В.П. Особенности технологии свежепросоженного гречишного солода // Хранение и переработка сельхозсырья. 2012. № 4. С. 10–13.
6. Wijngaard H.H., Ulmer H.M., Arendt E.K. The effect of germination temperature on malt quality of buckwheat // J. Amer. Soc. Brew. Chem. 2005. № 63 (1). P. 31–36.
7. Wijngaard H.H., Renzetti S., Arendt E.K. Microstructure of buckwheat and barley during malting observed by confocal scanning laser microscopy and scanning electron microscopy // J. Inst. Brew. 2007. № 113 (1). P. 34–41.
8. Wijngaard H.H. et al. The effect steeping time on the final malt quality of buckwheat // J. Inst. Brew. 2005. № 111 (3). P. 275–281.
9. Phiarais B.P.N., Wijngaard H.H., Arendt E.K. Kilning conditions for the optimization of enzyme levels in buckwheat // J. Amer. Soc. Brew. Chem. 2006. № 64 (4). P. 187–194.
10. De Meo B., Freeman G., Marconi O. et al. Behaviour of malted cereals and pseudo-cereals for gluten-free beer production // Journal

- of the Institute of Brewing. 2011. № 117(4). P. 541–546.
11. Ермолаева Г.А. Справочник работника лаборатории пивоваренного предприятия. СПб.: Профессия, 2004. 536 с.
 12. European Brewery Convention, Analytica – EBC. Fachverlag Hans Carl: Nurnberg, 1998.
 13. Нарцисс Л. Технология солодоращения. СПб.: Профессия, 2007. 584 с.
 14. Bamforth C.W. Current perspectives on the role of enzymes in brewing // J. of Cereal Science. 2009. № 50. P. 353–357.
 15. Jin Y., Zhang K., Du J. Effects of wheat protein content on endosperm composites and malt quality // J. Inst. Brew. 2008. № 114 (4). P. 289–293.
 16. Ростовская М.Ф., Извекова А.Н., Клыков А.Г. Накопление амилолитических ферментов в зерне пшеницы в процессе проращивания при получении пшеничного солода // Химия растительного сырья. 2014. № 2. С. 255–260.

Literatura

1. Tanashkina T.V., Semenjuta A.A., Trocenko A.S. i dr. Bezgljutenovye slaboalkogol'nye napitki iz svetlogo i tomленного grechishnogo soloda // Tehnika i tehnologija pishhevyyh proizvodstv. 2017. № 2. S. 74–80.
2. Phiarais B.P.N. et al. Processing of a top fermented beer brewed from 100% buckwheat malt with sensory and analytical characterisation // J. Inst. Brew. 2010. № 116 (3). R. 265–274.
3. Wijngaard H.H., Arendt E.K. Optimization of mashing program for 100 % malted buckwheat // J. Inst. Brew. 2006. № 112 (1). P. 57–65.
4. Agafonov G.V., Chusova A.E., Koval'chuk N.S. i dr. Vozmozhnost' primeneniya grechihi v tehnologii fermentirovannogo soloda // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernyh tehnologij. 2018. T. 80, № 4 (78). S. 170–176.
5. Trocenko A.S., Tanashkina T.V., Korcha-gin V.P. Osobennosti tehnologii svezhepro-sroshchego grechishnogo soloda // Hranenie i pererabotka sel'hozsy'r'ja. 2012. № 4. S. 10–13.
6. Wijngaard H.H., Ulmer H.M., Arendt E.K. The effect of germination temperature on malt quality of buckwheat // J. Amer. Soc. Brew. Chem. 2005. № 63 (1). R. 31–36.
7. Wijngaard H.H., Renzetti S., Arendt E.K. Micro-structure of buckwheat and barley during malting observed by confocal scanning laser microscopy and scanning electron microscopy // J. Inst. Brew. 2007. № 113 (1). R. 34–41.
8. Wijngaard H.H. et al. The effect steeping time on the final malt quality of buckwheat // J. Inst. Brew. 2005. № 111 (3). R. 275–281.
9. Phiarais B.P.N., Wijngaard H.H., Arendt E.K. Kilning conditions for the optimization of enzyme levels in buckwheat // J. Amer. Soc. Brew. Chem. 2006. № 64 (4). R. 187–194.
10. De Meo B., Freeman G., Marconi O. et al. Behaviour of malted cereals and pseudo-cereals for gluten-free beer production // Journal of the Institute of Brewing. 2011. № 117(4). P. 541–546.
11. Ermolaeva G.A. Spravochnik rabotnika laboratorii pivovarennogo predpriyatija. SPb.: Professija, 2004. 536 s.
12. European Brewery Convention, Analytica – EBC. Fachverlag Hans Carl: Nurnberg, 1998.
13. Narciss L. Tehnologija solodorashhenija. SPb.: Professija, 2007. 584 s.
14. Bamforth C.W. Current perspectives on the role of enzymes in brewing // J. of Cereal Science. 2009. № 50. R. 353–357.
15. Jin Y., Zhang K., Du J. Effects of wheat protein content on endosperm composites and malt quality // J. Inst. Brew. 2008. № 114 (4). P. 289–293.
16. Rostovskaja M.F., Izvekova A.N., Klykov A.G. Nakoplenie amiloliteskih fermentov v zerne pshenicy v processe prorashhivaniya pri poluchenii pshenichnogo soloda // Himija rastitel'nogo syr'ja. 2014. № 2. S. 255–260.