

УДК 663.43

Поступила в редакцию 23.05.2025  
Received 23.05.2025**Ю. С. Шустикова, В. В. Соловьев, Ю. А. Шимановская***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольству», г. Минск, Республика Беларусь***ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА ЛАМИНЕКС  
MAX FLOW 4G НА КАЧЕСТВО ПИВОВАРЕННОГО СОЛОДА**

**Аннотация.** Пивоваренные компании стремятся производить пиво высокого качества, чтобы выделяться на конкурентном рынке. Улучшение пивоваренных свойств солода из озимого ячменя может дать пивоварам дополнительные преимущества и возможности для создания уникальных и качественных продуктов. Для улучшения свойств ячменя, используемого при производстве солода, ведутся работы по селекции сортов ячменя, а также по нахождению способов воздействия на процесс солодоращения. Для получения солода с улучшенными качественными характеристиками, ведется поиск по определению подходов к его получению: усовершенствование используемого оборудования, изменение технологических параметров процесса солодоращения, влияние химических и физических способов воздействия, применение вспомогательных средств и др.

Улучшить свойства солода можно интенсифицировав процесс солодоращения, направив методы на ускорение и повышение эффективности производства солода. Это позволяет сократить время производства солода, снизить затраты на электроэнергию, повысить выход солода и улучшить его качество, увеличить производительность и др. Добавление ферментных препаратов повышает активность ферментов в ячмене и стимулирует процесс проращивания. Использование специальных штаммов микроорганизмов способствует улучшению качества солода и ускоряет процесс солодоращения.

В данной работе проведены исследования по изучению влияния ферментного препарата Ламинекс Max Flow 4G на качество пивоваренного солода, вырабатываемого из озимого ячменя.

**Ключевые слова:** интенсификация солодоращения, озимый ячмень, ферментный препарат, пиво, содержание  $\beta$ -глюканов.

**Yu. S. Shustikova, V. V. Solovyov, Yu. A. Shymanouskaya***RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,  
Minsk, Republic of Belarus***THE EFFECT OF THE ENZYME PREPARATION LAMINEX MAX FLOW 4G  
ON THE QUALITY OF BREWING MALT**

**Abstract.** Brewing companies strive to produce high-quality beer in order to stand out in a competitive market. Improving the brewing properties of malt from winter barley can give brewers additional advantages and opportunities to create unique and high-quality products. To improve the properties of barley used in malt production, work is underway on the breeding of barley varieties, as well as on finding ways to influence the malting process. To obtain malt with improved quality characteristics, a search is underway to identify approaches to its production: improving the equipment used, changing the technological parameters of the malting process, the influence of chemical and physical methods of exposure, the use of auxiliary means, etc.

Malt properties can be improved by intensifying the malting process, directing methods to accelerate and increase malt production efficiency. This makes it possible to reduce malt production time, reduce energy costs, increase malt yield and improve its quality, increase productivity, etc. The addition of enzyme preparations increases the activity of enzymes in barley and stimulates the

germination process. The use of special strains of microorganisms improves malt quality and accelerates the malting process.

In this paper, studies have been conducted to study the effect of the enzyme preparation Laminex Max Flow 4G on the quality of brewing malt produced from winter barley.

**Keywords:** malting intensification, winter barley, enzyme preparation, beer, beta-glucan content.

**Введение.** Пивоваренные предприятия нацелены на выпуск высококачественного пива, чтобы выделяться среди конкурентов. Повышение пивоваренных характеристик солода из озимого ячменя может предоставить пивоварам дополнительные преимущества и расширить возможности для разработки уникальных и высококачественных продуктов.

Для повышения качественных характеристик ячменя, применяемого в производстве солода, осуществляются исследования по селекции новых сортов ячменя и разработке методов воздействия на процесс его проращивания.

В настоящее время селекционная работа по созданию новых сортов пивоваренного ячменя направлена на повышение урожайности, продуктивности, устойчивости к полеганию, иммунитета, снижение содержания белка, увеличение экстрактивных свойств, крупности зерна и других характеристик. Учитывая современные климатические изменения, особое значение приобретает разработка сортов, которые не только обладают высокой потенциальной урожайностью, но и демонстрируют устойчивость к неблагоприятным условиям окружающей среды. Наиболее целесообразным считается создание сортов и гибридов, адаптированных к конкретным агроэкологическим условиям региона.

Несмотря на то, что солодоращение и связанная с ним пивоваренная промышленность не считаются ключевыми отраслями, определяющими продовольственную безопасность страны, они являются важными поставщиками своей продукции на продовольственный рынок, где спрос на производимый продукт традиционно высок. Производители стремятся расширить географию сбыта и ставят перед собой новые задачи. В целях повышения качества продукции они часто внедряют изменения в технологические процессы солодоращения, проводят модернизацию оборудования и др.

На сегодняшний день актуальным является изучение влияния различных способов и факторов на процесс солодоращения [1]. Для получения солода с улучшенными качественными характеристиками, ведется поиск по определению подходов к его получению: усовершенствование используемого оборудования, варьирование технологических параметров процесса солодоращения, воздействие химических и физических способов влияния, применение вспомогательных средств [2-9].

В настоящее время ведутся исследования новых методов воздействия на зерно с целью повышения его всхожести, сокращения времени проращивания пивоваренного ячменя, увеличения ферментативной активности и улучшения качества готового солода. Одним из эффективных способов расширения мощностей действующих заводов является применение ферментных препаратов, содержащих амилолитические, протеолитические и цитолитические ферменты. Проникая в зерно при замачивании или проращивании, эти ферменты воздействуют на мучнистое тело, способствуя разрыхлению клеточных оболочек и эндосперма, что ускоряет процесс солодоращения [10-12].

Клеточная стенка эндосперма зерна ячменя окружена растворимыми в воде бета-глюканами и арабиноксиланами, пектином, белком. Они обеспечивают структурную целостность семян. Пивоварам необходимо снизить содержание бета-глюкана и арабиноксилана, т.к. они делают сусло вязким. Разрушение клеточных стенок также приводит к высвобождению белков, обеспечивающих свободный аминный азот для дрожжей.

Использование ферментных препаратов позволяет не вносить значительных изменений в технологическую схему производства, при этом совершенствуя технологические режимы солодоращения [13-15].

Целью исследования являлось изучение влияния ферментного препарата Ламинекс Max Flow 4G на качество пивоваренного солода, вырабатываемого из озимого ячменя.

Изучаемый ферментный комплекс, расщепляющий  $\beta$ -глюканы, пентозаны и смежные углеводы улучшает процессы отделения сусла и фильтрации пива; повышает эффективность фильтрации пива; снижает вязкость сусла и пива; снижает риск возникновения помутнения пива, обусловленное присутствием некрахмальных полисахаридов; позволяет поддерживать процессы постоянными.

К ячменю, предназначенному для солодоращения, предъявляются особые требования. Существуют различные показатели, которые определяют его пригодность. [16-19].

Для производства зерна ячменя, пригодного для пивоваренной промышленности, необходимо использовать только включенные в Государственный реестр сорта пивоваренного ячменя. Ячмень пивоваренный должен соответствовать требованиям ГОСТа 5060-2021 «Ячмень пивоваренный. Технические условия» [19], либо нормативных документов, разработанных и утвержденных в установленном порядке.

Целью солодоращения является накопление в зерне максимально возможного или заданного количества ферментов, главным образом гидролитических. В процессе изготовления солода, в зерне формируется комплекс диастатических ферментов. Они способны расщеплять продукты, содержащие крахмал на простые сахара (процесс осахаривания крахмала), которые в результате брожения превращаются в этиловый спирт [20-23].

Технология солода включает следующие основные этапы: приемка зерна, его очистка и сортирование, замачивание зерна и его проращивание, сушка свежепроросшего солода, удаление ростков, полировка солода, отлежка и хранение солода.

**Материалы и методы исследований.** Ферментный препарат Ламинекс Max Flow 4G представляет собой комбинацию бета-глюканазы и ксиланазы, которую дозированно добавляют в ячмень при замачивании и проращивании.

Для более детального изучения влияния ферментного препарата на качество солода был поставлен ряд опытов в производственных условиях ОАО «Белсолод».

На данном этапе были проведены экспериментальные работы по изучению влияния комплексного ферментного препарата Ламинекс Max Flow 4G на озимый ячмень импортной селекции сорта Изоцел в различных дозировках на разных стадиях солодоращения. Проведена сравнительная характеристика показателей качества солода, полученного при классической схеме производства (без использования ферментного препарата) и солода, полученного с его использованием.

При проведении экспериментальных работ было взято 4 партии озимого ячменя пивоваренного импортной селекции сорта Изоцел урожая 2024 года.

В качестве контрольного образца использовали партию «№0» (без внесения ферментного препарата) (далее — контрольный образец), а в качестве опытных: «№1» (с внесением ферментного препарата Ламинекс Max Flow 4G на стадии проращивания ячменя в количестве 0,2 кг на 1 т ячменя), «№2» (с внесением ферментного препарата Ламинекс Max Flow 4G на стадии проращивания ячменя в количестве 0,3 кг на 1 т ячменя) и «№3» (с внесением ферментного препарата Ламинекс Max Flow 4G в 2 приема: на стадии замачивания ячменя в количестве 0,2 кг и на стадии проращивания в количестве 0,2 кг на 1,0 т ячменя) (далее — опытные образцы).

Технологический процесс производства солода включал замачивание с чередованием водных и воздушных пауз до 48 часов, последующее проращивание в течение 4–5 суток при температуре 16–18 °С, и завершался ступенчатой сушкой с постепенным повышением температуры до 85 °С.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Образцы ячменя (контрольный и опытные) перед поступлением в производство прошли предварительные органолептические и физико-химические исследования в лаборатории ОАО «Белсолод». Физико-химические показатели ячменя импортной селекции сорта Изоцел контрольного и опытных образцов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Физико-химические показатели качества ячменя  
Table 1. Physico-chemical indicators of barley quality

Наименование показателя	Наименование образца			
	Контрольный образец ячменя «№0»	Опытный образец ячменя «№1»	Опытный образец ячменя «№2»	Опытный образец ячменя «№3»
Крупность, %	82,3	84,1	79,5	82,0
Содержание мелкого зерна, %	0,9	0,6	1,2	0,3
Содержание сорной примеси, %	0,1	0,1	0,2	0,1
Содержание зерновой примеси, %	2,6	2,5	3,3	4,3
Натура, г/л	687	686	694	692
Содержание белка, %	10,9	10,9	11,0	11,0
Массовая доля крахмала, %	62,4	62,7	62,6	62,8
Массовая доля влажности, %	12,0	12,4	12,4	12,0

Для пивоварения используют специальные сорта ячменя с низким содержанием белка (от 9 до 11 %), поскольку увеличение содержания белка в зерне приводит к снижению крахмала и, как следствие, уменьшению выхода экстракта — основного экономического показателя производства. В исследуемых образцах содержание белка составляло 10,9–11,0 %, что соответствует установленным требованиям. Уровень крахмала находился в диапазоне 62,4–62,8 %, что также соответствует нормативам.

Содержание влаги образцов ячменя составляло 12,0 – 12,4 %, что не превышало нормативное значение (не более 15,5 %), данный показатель может изменяться в зависимости от погодных условий при созревании и от технологии сбора урожая.

Крупность зерна также соответствовала требованию стандарта (не менее 75 %). По содержанию мелкого зерна, сорной и зерновой примеси ячмень всех партий также соответствовал требованиям стандарта.

Таким образом, изучив физико-химические показатели ячменя, отображенные в таблице 1, можно констатировать, что как контрольный, так и опытные образцы ячменя по исследуемым показателям качества являются сопоставимыми и могут использоваться для дальнейшего проведения экспериментальных работ.

Замачивание ячменя контрольного образца длилось 33 ч 25 мин, при этом наклев с ленты составлял 72 %. В опытных образцах «№1», «№2» и «№3» замачивание длилось 35 ч 30 мин, 35 ч 20 мин и 39 ч 30 мин, соответственно. При этом был отмечен лучший результат по показателю «наклев с ленты» у опытного образца «№3» — 93 %.

Далее проводили проращивание контрольного и опытных образцов ячменя на солодорастильных ящиках типа Solodin, после чего проводили сушку зеленого солода и получали светлый солод. Полученные показатели качества солода проверяли на соответствие ГОСТ 29294-2014 «Солод пивоваренный. Технические условия» [24]. Результаты исследований показателей качества солода представлены в таблице 2.

Таблица 2. Показатели качества солода  
Table 1. Malt quality indicators

Наименование образца	Наименование показателя									
	Влажность, %	Массовая доля экстракта, %		Разница массовых долей экстрактов, %	Продолжительность осахаривания/прозрачность	Цвет суслу, см <sup>3</sup> р-ра конц. 0,1 моль/дм <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup> суслу	Кислотность, см <sup>3</sup> р-ра Na OH конц. 1 моль/дм <sup>3</sup> на см <sup>3</sup>	Срез	Фриабильность, %	Массовая концентрация β-глюкана, мг/дм <sup>3</sup>
		на ВСВ	на СВ							
Контрольный «№0»	4,1	75,8	79,4	3,4	15 незнач. опал.	0,25	1,06	74-3-0	72(5,7)9,3	326
Опытный «№1»	4,8	75,4	79,6	0,9	15 незнач. опал.	0,23	1,08	80-1-1	74(4,1)7,1	41
Опытный «№2»	4,4	74,9	78,3	2,2	15 прозр	0,25	1,02	83-0-0	77(1,2)3,7	44
Опытный «№3»	4,6	75,6	79,2	3,2	15 опал.	0,23	1,00	80-0-0	75(1,6)5,4	52

Анализ данных, представленных в таблице 2, позволил провести следующую сравнительную характеристику.

Содержание экстракта в четырех образцах солода составило от 74,9 до 75,8 % на воздушно-сухое вещество и от 78,3 до 79,4 % на сухое вещество.

Солод, изготовленный без внесения ферментного препарата (контрольный образец) по показателю фриабильности и срез уступал образцам с внесением ферментного препарата (опытные образцы).

Анализ данных, представленных в таблице 2, показал, что контрольный образец и опытный образец «№3» (с применением ферментного препарата в два приема) по показателю «разница массовых долей экстрактов в сухом веществе солода тонкого и грубого помолов» значительно превышают данный показатель опытных образцов «1» и «2». Использование ферментного препарата только на стадии проращивания для образцов «1» и «2» позволило достичь значений этого показателя 0,9 % и 2,2 % соответственно, что полностью соответствует требованиям стандарта ГОСТ 29294.

Наглядная сравнительная характеристика образцов солода по показателю разницы массовых долей экстрактов в сухом веществе солода тонкого и грубого помолов отображена на рисунке 1.

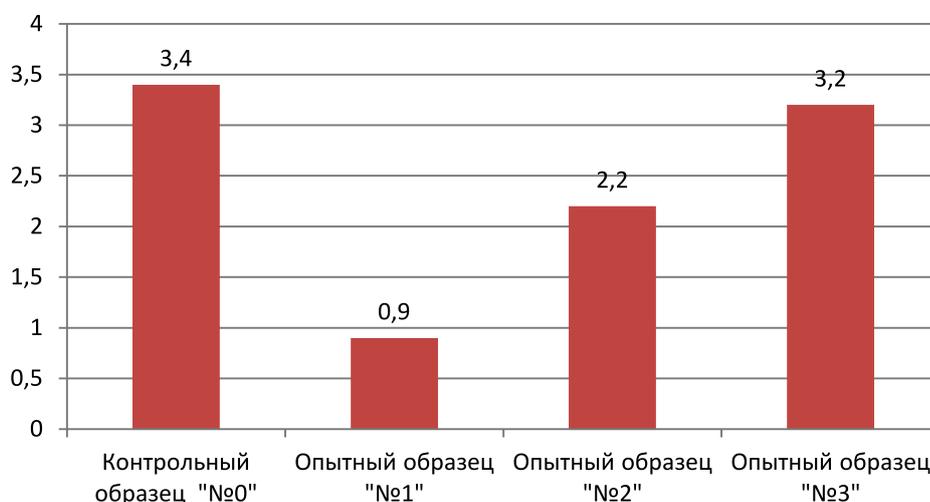


Рис. 1. Показатель «разница массовых долей экстрактов в сухом веществе солода тонкого и грубого помолов» в исследуемых образцах солода, %

Fig. 1. The indicator “difference in the mass fraction of extracts in the dry matter of fine and coarse malt” in the malt samples studied

Для технологии пивоварения важно, чтобы содержание  $\beta$ -глюкана в солоде (и сусле) было минимальным, то есть чтобы этот полисахарид полностью расщеплялся. Неполное его расщепление вызывает негативные последствия: увеличение вязкости сусла и пива, снижение выхода сусла и ухудшение фильтруемости пива. Проблемы, связанные с высоким уровнем  $\beta$ -глюкана, подчеркивают его значимость для оценки качества солода и прогнозирования технологического процесса производства пива. В зависимости от степени растворения солода массовая концентрация высокомолекулярного  $\beta$ -глюкана в конгрессном сусле может варьировать от 50 до 300 мг/дм<sup>3</sup>.



Рис. 2. Показатель «содержание  $\beta$ -глюкана» в исследуемых образцах солода, мг/дм<sup>3</sup>

Fig. 2. The indicator “beta-glucan content” in the malt samples studied, mg/dm<sup>3</sup>

Наилучшие результаты по показателю «массовая концентрация  $\beta$ -глюкана» получены в образце солода с использованием ферментного препарата на стадии проращивания в дозирова-

ке 0,2 кг/т ячменя (41 мг/дм<sup>3</sup>). Причем в контрольном образце значение данного показателя было выше почти в 8 раз (326 мг/дм<sup>3</sup>). Опытные образцы «№2» и «№3» также имели низкие значения данного показателя — 44 и 52 мг/дм<sup>3</sup>, соответственно. Наглядная сравнительная характеристика образцов солода по показателю β-глюкана отображена на рисунке 2.

**Заключение.** В результате проведенного эксперимента было отмечено, что применение ферментного препарата Ламинекс Max Flow 4G положительно влияет на процесс производства солода из озимого ячменя, особенно в дозировке 0,2 кг/т ячменя на стадии проращивания в один прием. Это позволяет повысить эффективность процесса производства и улучшить ключевые технологические параметры процесса солодоращения.

*Исследования проводились в рамках Государственной программы научных исследований «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность» на 2021–2025 по заданию 5.27 «Обоснование способов улучшения пивоваренных свойств солода из озимого ячменя».*

### Список использованных источников

1. Киселева, Т. Ф. Возможность интенсификации солодоращения посредством использования комплекса органических кислот / Т. Ф. Киселева, Ю. Ю. Миллер, Ю. В. Гребенникова, Е. И. Стабровская // Техника и технология пищевых производств. — 2016. — №1 (40). — С. 11-15.
2. Шоева, О. Ю. Мировой опыт создания пивоваренных сортов ячменя на основе беспроантоцианидиновых мутантов / О. Ю. Шоева // Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции. — 2021. — 7(1). — С. 23-33.
3. Максимов, И. В. Абсцизовая кислота во взаимоотношениях растений и микроорганизмов / И. В. Максимов // Физиология растений. — 2009. — №6. — С. 824-835.
4. Конвейерная солодовня: пат. RU 196622 U1 / В. К. Франтенко, А. И. Демина. — Оpubл. 06.03.2020.
5. Способ производства солода, способ замачивания солода, способ проращивания солода и способ выдержки солода: пат. RU 2250248 C2 / С.Э. Кочубей [и др.]. — Оpubл. 20.04.2005.
6. Способ увеличения экстрактивности пивоваренного солода: пат. RU 2011 128 572 A / Д.В. Карпенко. — Оpubл. 27.10.2013.
7. Кретьова, Ю. И. Совершенствование технологии обработки зернового сырья в процессе солодоращения / Ю. И. Кретьова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». — 2000. — №4. — С.27-32.
8. Способ получения солода: пат. RU 2731981 C1 / Д. М. Муслымова [и др.]. — Оpubл. 09.09.2020.
9. Зарубина, Е. П. Влияние частоты переменного тока на солодоращение ячменя / Е. П. Зарубина, С. Ф. Данько, Т. Н. Данильчук // Пиво и напитки. — 2003. — №4. — С. 14-15.
10. Киселева, Т. Ф. Совершенствование технологии ржаного солода с применением ферментных препаратов / Киселева Т. Ф., Помозова В. А., Кроль А.Н. // Пиво и напитки. — 2016. — №2. — С. 22-24.
11. Способ производства ферментированного солода: пат. RU 2674607 C1 / А.М. Гавриленков. — Оpubл. 11.12.2018.
12. Дамдинсүрэн, А. Разработка технологии солода с применением ферментных препаратов для получения пива с добавками водных экстрактов. [Текст] : дис. ... канд. тех. наук : 05.18.01 : защищена 24.05.2005 / Дамдинсүрэн Алтанцэцэг. — Воронеж, 2005. — С. 158.
13. Дамдинсүрэн, А. Разработка технологии солода с применением ферментных препаратов для получения пива с добавками водных экстрактов. [Текст] : дис. ... канд. тех. наук : 05.18.01 : защищена 24.05.2005 / Дамдинсүрэн Алтанцэцэг. — Воронеж, 2005. — С. 158.
14. Нарцисс, Л. (а) Краткий курс пивоварения / Л. Нарцисс; при участии В. Бака; пер. с нем. А. А. Куреленкова. — СПб.: Профессия. — 2007. — С. 640.
15. Нарцисс, Л. (б) Технология солодоращения / Л. Нарцисс — пер. с нем. под общей ред. Г. А. Ермолаевой, Е. Ф. Шапенко. — СПб.: Профессия. 2007. — С. 584.
16. ГОСТ 10967-2019. Зерно. Методы определения запаха и цвета. — Введ. 2020-04-01. — Минск: Госстандарт, 2019. — С. 6.
17. ГОСТ 13586.5-2015. Зерно. Метод определения влажности. — Введ. 2023-01-01. — Минск: Госстандарт, 2015. — С.12.
18. ГОСТ 29294-2014 Солод пивоваренный. Технические условия. — Введ. 2016-10-01. — Минск: Госстандарт, 2014. — С. 26.
19. ГОСТ 5060-2021. Ячмень пивоваренный. Технические условия. — Введ. 01.04.2022. — Москва : Российский институт стандартизации, 2021. — С. 8.
20. Белкина, Р. И. Технология производства солода, пива и спирта: учебное пособие / Р. И. Белкина, В. М. Губанова, М. В. Губанов. — Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2018. — 140 с. — Текст: электронный // Лань: электроннобиблиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113496>.
21. Кунце, В. Технология солода и пива. — 3-е изд., перераб. и доп. — пер. с нем. 9-го изд. — СПб.: Профессия, 2009. — С. 1064.

22. Меледина, Т. В. Несоложенные материалы в пивоварении: учебное пособие. / Т. В. Меледина, И.В. Матвеев, А.В. Федоров. — СПб.: Университет ИТМО, 2017. — С. 66.
23. Рожнов, Е. Д. Анализ зернового сырья бродильных производств: методические рекомендации к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Введение в специальность» для студентов направления «Продукты питания 88 из растительного сырья» (уровень бакалавриата) / Е. Д. Рожнов; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. — Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2016. — С. 24.
24. ГОСТ 29294-2014 Солод пивоваренный. Технические условия. — Введ. 2016-10-01. — Минск: Госстандарт, 2014. — С. 26.

#### Информация об авторах

*Шустикова Юлия Сергеевна*, кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела технологий спиртовой и пивобезалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, д.29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: yuliyashustikova90@gmail.com

*Соловьев Виталий Владимирович*, кандидат технических наук, начальник отдела технологий спиртовой и пивобезалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: solovyoffg@gmail.com

*Шимановская Юлия Александровна*, научный сотрудник отдела технологий спиртовой и пивобезалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, д.29, 220037,

г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: yuliya.sorokina.96@bk.ru

#### Information about authors

*Shustikova Yulia Sergeevna*, Ph.D. (Technical), Senior Researcher at the Department of Technologies of the alcohol and non-alcoholic beer products of RUE «Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: yuliyashustikova90@gmail.com

*Solovyov Vitaliy Vladimirovich*, Ph.D. (Technical), Head of the Technology Department of alcoholic and non-alcoholic beer products of RUE «Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: solovyoffg@gmail.com

*Shymanouskaya Yulia Aleksandrovna*, Researcher at the Department of Technologies of the alcohol and non-alcoholic beer products of RUE «Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: yuliya.sorokina.96@bk.ru