

УДК 663.43

Поступила в редакцию 19.11.2024
Received 19.11.2024**В. В. Соловьев, Ю. А. Шимановская, Ю. С. Шустикова***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь***ОЦЕНКА ПИВОВАРЕННЫХ СВОЙСТВ СОЛОДА
ИЗ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ
МИКРОСОЛОЖЕНИЯ**

Аннотация. Пивоварение — это высокотехнологичный процесс, требующий внимательного подхода к выбору сырья, особенно ячменя, который является основным компонентом для производства солода. Качество и характеристики ячменя напрямую влияют на итоговые свойства пива, такие как вкус, аромат, цвет и пенообразование. Поэтому понимание того, как различные сорта ячменя влияют на пивоваренные свойства солода, становится важным фактором для достижения стабильного качества и экономической эффективности в пивоварении.

В статье приведен сравнительный анализ качественных показателей 5 проб ячменя пивоваренного. Определены сорта ячменя, которые наиболее предпочтительны с точки зрения получения пива высокого качества и повышения эффективности процессов солодовенного и пивоваренного производства.

Ключевые слова: ячмень пивоваренный, солод, пивоваренное производство, показатели качества.

V.V. Solovyov, Yu.A. Shymanouskaya, Yu.S. Shustikova*RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,
Minsk, Republic of Belarus***EVALUATION OF BREWING PROPERTIES
OF MALT FROM VARIOUS BARLEY VARIETIES UNDER
MICRO-MALTING CONDITIONS**

Abstract. Brewing is a high-tech process that requires a careful approach to the selection of raw materials, especially barley, which is the primary ingredient for malt production. The quality and characteristics of barley directly influence the final properties of beer, such as taste, aroma, color, and foam formation. Therefore, understanding how different varieties of barley affect the brewing properties of malt becomes an important factor for achieving stable quality and economic efficiency in brewing.

This article presents a comparative analysis of the quality indicators of five barley samples used for brewing. The barley varieties that are most preferable in terms of producing high-quality beer and increasing the efficiency of malting and brewing processes have been identified.

Keywords: malting barley, malt, brewing production, quality indicators.

Введение. Пивоварение является важной отраслью пищевой промышленности, поэтому повышение эффективности производства пива является актуальной задачей [1].

Основным сырьем пивоваренного производства является ячмень, который впоследствии проращивается и идет на пивоварение в виде солода [2, 3].

Производство солода является ключевым этапом в пивоварении и других отраслях пищевой промышленности, так как от качества используемого сырья напрямую зависит качество конечного продукта. Ячмень имеет множество сортов, каждый из которых может существенно отличаться по содержанию белков, углеводов, ферментов и других химических компонентов, что, в свою очередь, влияет на выход солода и его качество. Эти различия

имеют большое значение для пивоваров, стремящихся оптимизировать производственные процессы и улучшить вкусовые характеристики конечного продукта. Некоторые показатели солода, такие как цвет, вкус и запах, являются решающими в определении типа пива, а количество экстрактивных веществ и степень расщепления белков существенно влияют на его качество [4, 5].

Качество пивоваренного ячменя регламентируется ГОСТ 5060-2021 «Ячмень пивоваренный. Технические условия» [6]. Согласно этому документу в ячмене нормируются органолептические, физические, физико-химические и физиологические показатели. В стандарте ячмень для солодоращения делится на два класса. Предъявляются требования к цвету зерна ячменя, он должен быть светло-желтого или желтого цвета. Не допускаются посторонние запахи, в том числе затхлый, солодовый, плесневый. Особое значение для производства солода имеют показатели крупности и выравненности ячменя. Стандартом ограничивается содержание мелких зерен, так как не выравненное по размерам зерно при солодоращении прорастает недостаточно равномерно, что отрицательно влияет на технологический процесс [7].

Таким образом, для приготовления солода пивоваренного ячмень должен отвечать следующим критериям:

- ♦ высокая степень всхожести семян;
- ♦ чистота сорта;
- ♦ крупность и выравненность зерен по размеру;
- ♦ низкое содержание белка [8].

Цель солодоращения состоит в том, чтобы активировать в ячменном зерне ферменты и обеспечить с их помощью определенные биохимические изменения веществ зерна [9].

Процесс производства солода включает несколько ключевых стадий, включая замачивание, проращивание и сушки зерна, каждая из которых зависит от биологических и химических свойств исходного сырья [10].

Задача замочки — контролируемо замочить сухой ячмень. Рабочее пространство резервуара попеременно заполняется водой (максимальный уровень) или без воды (минимальный уровень) — воздушный перерыв. Цикл замочки длится 48 часов (2 суток). Весь временной график уровня воды и сопутствующих операций предопределяется пользователем при вводе технологического процесса на операторском ПК. Поэтому частота аэрации — вытяжки CO_2 точно определена заранее.

Задача проращивания прорастить намоченный ячмень. Цель проращивания зерна — накопление достаточного количества активных ферментов амилолитического комплекса, для обеспечения возможно более полного осахаривания крахмала [11]. В среде проращивания с достаточным подводом увлажненного воздуха происходит постепенное прорастание ячменя, образуется зеленый солод. Длительность прорастания составляет, как правило, 3–6 суток.

Задача солодосушки — контролируемо осушить проросший солод. Собственно, солодосушение состоит из нескольких этапов:

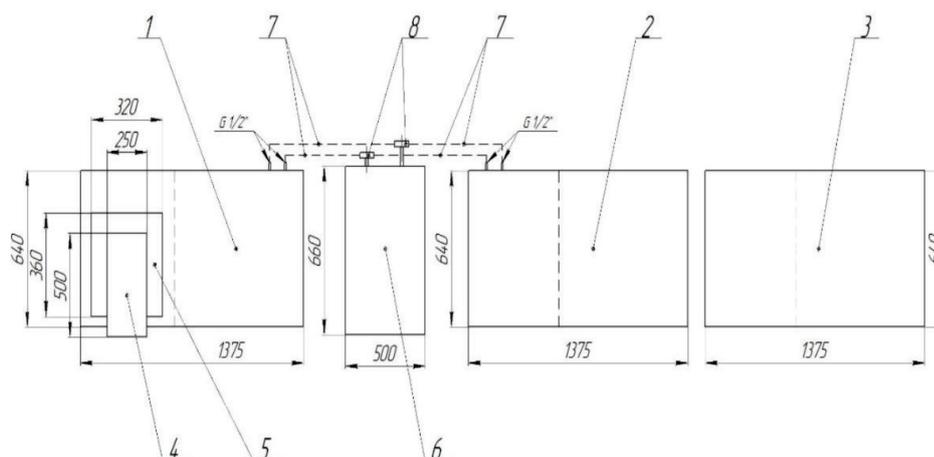
- ♦ повышение температуры до $55\text{ }^\circ\text{C}$;
- ♦ выдержка при этой температуре;
- ♦ повышение температуры до $85\text{ }^\circ\text{C}$;
- ♦ опять выдержка при этой температуре.

Таким образом, солодосушение — это высушивание проросшего солода при точно определенных условиях времени, температуры и мощности. Процесс завершается в заданное время и при условии достижения данной влажности отходящего воздуха (прибл. ниже 10 %).

Целью данной работы являлось изучение и сравнение качественных показателей солода из различных сортов ячменя, а также исследование влияния сортов ячменя различной генетической и экологической принадлежности на эффективность производства солода и, как следствие, на качество пива.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в лаборатории отдела технологий спиртовой и пивобезалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», в лабораториях Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания, в ОАО «Белсолод».

Экспериментальные работы по выпуску солода пивоваренного ячменного светлого осуществлялись в условиях микросоложения из ячменя озимых и яровых сортов отечественной и импортной селекции. Микросолодовня управляется системой управления, размещенной в отдельном шкафу. Схема микросолодовни Ш12-МСО представлена на рис. 1.



1 — шкаф замачивания, 2 — шкаф проращивания, 3 — шкаф сушильный,
 4 — установка для озонирования, 5 — генератор озона «Эвозон»,
 6 — промышленная холодильная машина (чиллер) TAEvo Tech MINI 05 со встроенным насосом
 и автоматикой, 7 — подводка гибкая для воды, 8 — тройник

Рис. 1. Схема микросолодовни
 Fig. 1. Scheme of a micro malting plant

Результаты исследований и их обсуждение. На исследование было взято 5 проб ячменя, выращенных в Республике Беларусь, урожая 2023 года, из них: 2 пробы импортных сортов озимого ячменя (Изоцел и Дипло), 2 пробы отечественных сортов ярового ячменя (Бровар и Аванс) и 1 проба ярового ячменя из сортов импортной селекции (Деспина).

Образцы ячменя были исследованы в Республиканском контрольно-испытательном комплексе по качеству и безопасности продуктов питания по показателям: массовая доля белка, массовая доля крахмала, массовая доля влаги, крупность. Результаты представлены в табл. 1.

Table 1. Показатели качества образцов ячменя
 Table1. Quality indicators of barley samples

Наименование сорта ячменя	Наименование показателя / значение			
	Крупность, %	Массовая доля, %		
		белок	крахмал	влага
Изоцел (озимый)	82,0	10,10	60,55	12,3
Дипло (озимый)	81,2	10,71	58,88	11,6
Бровар (яровой)	80,1	10,82	58,73	11,7
Аванс (яровой)	90,6	10,58	59,79	11,5
Деспина (яровой)	92,8	9,54	62,55	12,2

Одним из главных показателей качества солодовенного сырья является содержание белка в зерне. Его варьирование составляет от 9 до 16 %. В пивоваренной промышленности высокобелковость зерна является нежелательным качеством, оптимальное содержание белка в зерне при производстве пива составляет от 9 до 12 %. Белок включает в себя лишь белковый азот в составе аминокислот. Азот необходим при производстве пива, так как он используется в питании дрожжей и, кроме того, способствует получению пива с долго не опадающей пеной. Чем больше содержится белка в зерне ячменя, тем меньше в нем крахмала, который является основным экстрактивным веществом. Слишком низкое содержание белка (менее 9 %) также не желательна, так как это способствует повышению содержания антоцианогена, вызывающего муть пива [12 — 16].

Содержание белка всех исследуемых образцов ячменя составило 9,54 — 10,82 %. Содержание крахмала составило 58,73 — 62,55 %. Таким образом, все взятые на исследования образцы ячменя ярового пивоваренного по содержанию белка и крахмала соответствовали нормативным требованиям.

Содержание влаги образцов ячменя составило от 11,5 до 12,3 %, что не превышает нормативное значение (не более 15 %), данный показатель может изменяться в зависимости от

погодных условий при созревании и от технологии сбора урожая. Крупность зерна также соответствовала требованию стандарта (не менее 65 %) [6].

Таким образом, все образцы ячменя пивоваренного, взятые на исследование в условиях микросоложения, соответствовали требованиям ГОСТ 5060-2021 «Ячмень пивоваренный. Технические условия».

Производство солода пивоваренного ячменного проводилось по утвержденным технологическим режимам для установки микросоложения с соблюдением установленной технологии производства.

Результаты процесса замачивания исследуемых образцов ячменя представлены в табл. 2.

Table 2. Результаты процесса замачивания исследуемых образцов ячменя
Table 2. The results of the soaking process of the studied barley samples

Наименование сорта ячменя	Наименование показателя / значение	
	Наклев/развилка, %, (1 сут)	Влажность, %, (1 сут)
Изоцел (озимый)	95/42	46,6
Дипло (озимый)	95/47	47,3
Бровар (яровой)	95/66	48,5
Аванс (яровой)	97/35	45,4
Деспина (яровой)	99/50	47,5

По показателям наклев/развилка лучшие результаты на 1 сутки получили яровые сорта ячменя — Деспина (99/50 %) и Бровар (95/66 %).

Проращивание исследуемых образцов ячменя проводилось при температуре 16 °С в течение 4 суток и 1 часа. По окончании процесса проращивания проводили микросушку.

В готовом солоде исследовали показатели качества. Результаты исследований показателей качества солода представлен в табл.3.

Table 3. Показатели качества солода
Table 3. Malt quality indicators

Наименование сорта ячменя	Наименование показателя / значение							
	Влажность, %	Массовая доля экстракта, %	Продолжительность осахаривания/прозрачность	Цвет сула, см ³ р-ра конц. 0,1моль/дм ³ на 100 см ³ сула	Кислотность, см ³ р-ра Na OH конц. 1моль/дм ³ на см ³	Срез	Фриабильность, %	β-глюкан, мг/л
Изоцел	4,9	73,7/77,5	15 пр	0,25	1,0	79-3-0	69(6,8)8,6	308
Дипло	5,0	75,6/79,6	15 пр	0,25	1,0	80-2-0	73(5,2)7,9	293
Бровар	4,9	75,6/79,5	15 пр	0,23	1,0	82-2-0	76(3,4)7,2	255
Аванс	4,8	78,2/82,1	15 пр	0,27	1,1	86-1-0	86(2,6)3,6	128
Деспина	5,0	78,0/82,1	15 пр	0,21	1,05	89-0-0	94(0,0)0,0	150

Массовая доля экстракта (экстрактивность) является одним из самых важных показателей качества пивоваренного солода. Это количество органического вещества измельченного ячменя, способного переходить в водный раствор под воздействием ферментов ячменного солода. Чем выше этот показатель, тем больше выход экстракта в варочном цехе. Лабораторный выход экстракта в пересчете на воздушно-сухое вещество солода должен составлять 72 — 79 % и является косвенной характеристикой истинного выхода экстракта в варочном цехе. При заключении о пригодности солода для производства экстрактивность учитывают как относительную величину. Нормальный лабораторный выход экстракта для хорошего солода должен составлять 76 — 78 %. Выход экстракта в пересчете на сухое вещество должен составлять 76 — 84 %, причем для стандартного солода он должен составлять от 79,5 до 82 %. Выход экстракта зависит от сорта ячменя, области возделывания и погодных особенностей года уборки урожая [15, 17].

Наилучшие результаты по показателю массовая доля экстракта показали образцы яровых сортов ячменя Деспина (78,0/82,1 %) и Аванс (78,2/82,1%), а самый низкий результат продемонстрировал образец солода из озимого сорта ячменя Изоцел (73,7/77,5 %).

Солод, изготовленный из озимых сортов ячменя (Изоцел и Дипло) по показателю фриабильность и по содержанию мучнистых зерен уступал яровым сортам ячменя (Бровар, Аванс, Деспина). При этом солод из ячменя сорта Деспина обладал наилучшими качественными характеристиками по сравнению с другими яровыми сортами по данным показателям.

Известно, что экстрактивные вещества суслу на 70 — 75 % представляют собой углеводы солода, в том числе сюда входит и β -глюкан, который относится к некрахмальным полисахаридам. Для технологии пивоварения необходимо, чтобы солод и пивное сусло содержал как можно меньше β -глюкана, то есть чтобы произошло полное расщепление этого полисахарида. При неполном его расщеплении негативное влияние β -глюкана проявляется в повышении вязкости суслу и пива, снижении выхода суслу, плохой фильтруемости пива. Связанные с повышенным уровнем β -глюкана проблемы показывают, насколько важно его содержание для оценки качества солода и для прогнозирования процесса производства пива [17–19].

В зависимости от степени растворения солода содержание высокомолекулярного β -глюкана может составлять в конгрессном сусле 50 — 300 мг/дм³ [20]. Наилучшими с точки зрения содержания β -глюкана оказались образцы солода из яровых сортов ячменя импортной и отечественной селекции — Деспина, Бровар и Аванс.

Заключение. Сравнительный анализ качественных показателей 5 образцов ячменя пивоваренного позволил сделать вывод, что содержание белка во всех образцах соответствует нормативным требованиям для пивоваренного ячменя. Для пивоварения применяются сорта с низким содержанием белка (9–12 %), и данный показатель у всех исследуемых образцов находился в этом диапазоне (от 9,54 % до 10,82 %). Содержание крахмала, крупность и влажность также соответствовали нормативным значениям.

При этом в условиях микросоложения яровые сорта ячменя, особенно сорт Деспина, продемонстрировали более высокое качество с точки зрения содержания экстракта и фриабильности. Солод, изготовленный из озимых сортов ячменя (Изоцел и Дипло), имел более низкие показатели качества в сравнении с яровыми сортами. Например, он имеет более низкую экстрактивность, фриабильность и содержание β -глюкана.

Таким образом, яровые сорта ячменя пивоваренного (Деспина, Бровар и Аванс) являются более предпочтительными для производства солода и пива, обладая рядом преимуществ по сравнению с озимыми сортами. Использование яровых сортов ячменя по сравнению с озимыми позволяет повысить качество и эффективность солодовенного и пивоваренного производства.

Список использованных источников

1. *Ефремова, Е. Н.* Влияние качества зерна ячменя на физико-химические показатели пива / Е. Н. Ефремова // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. — 2016. — № 1(32). — С. 42-46.
2. *Бейтуганов, И. Р.* Влияние величины семян ячменя на пивоваренное качество зерна и солода / И. Р. Бейтуганов, Д. Х. Нартокова, М. Б. Хоконова // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. — 2019. — № 3(25). — С. 13-18.
3. *Хоконова, М. Б.* Качество зерна ячменя и солода в зависимости от приемов агротехники / М. Б. Хоконова, М. А. Устова // Техника и технология пищевых производств. — 2014. — № 4(35). — С. 71-75.
4. *Гусев, А. Н.* Разработка рецептуры специального пива с использованием душицы обыкновенной / А. Н. Гусев, И. И. Багаутдинов, Е. Н. Черненко // Российский электронный научный журнал. — 2023. — № 2(48). — С. 57-63.
5. *Гернет, М. В.* Состояние и перспектива производства специальных сортов пива / Пиво и напитки. — 2009. — № 2 — С. 8-10.
6. Ячмень пивоваренный. Технические условия : ГОСТ 5060-2021. — Взамен ГОСТ 5060-86 ; введ. 01.04.2022. — Москва : Российский институт стандартизации, 2021. — 8 с.
7. *Майорова, С. А.* Качество зерна ячменя, как сырья для производства солода / С. А. Майорова // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения : Сборник материалов LV Студенческой научно-практической конференции, Тюмень, 17–19 марта 2021 года. — Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2021. — С. 144-149.
8. *Белокурова, Е. С.* Физиологические показатели качества ячменя пивоваренного — основа для получения солода высокого качества / Е. С. Белокурова, Л. М. Борисова, Г. В. Лепеш // Техничко-технологические проблемы сервиса. — 2012. — № 4(22). — С. 57-61.
9. *Дзахмишева, И. Ш.* Технологические аспекты производства пивоваренного солода / И. Ш. Дзахмишева // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ «Нацразвитие»: сборник избранных статей, Санкт-Петербург, 10–13 августа 2021 года. — Санкт-Петербург: Частное научно-образовательное учреждение дополнительного профессионального образования Гуманитарный национальный исследовательский институт «НАЦРАЗВИТИЕ», 2021. — С. 40-42.
10. *Баланов, П. Е.* Технология солода: учеб.-метод. пособие / П. Е. Баланов, И. В. Смолтраева. — СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. — 82 с.
11. *Оплачко, О. А.* Технология производства пива с использованием кукурузного солода / О. А. Оплачко // Студенческая наука — агропромышленному комплексу : Научные труды студентов Горского Государственного аграрного университета, Владикавказ, 11–12 апреля 2018 года. Том Выпуск 55 (Часть 1). — Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2018. — С. 405-407.

12. *Еренова, Б. Е.* Вопросы качества и безопасности пивоваренного ячменя и солода / Б. Е. Еренова // Безопасность и качество товаров : Материалы XIII Международной научно-практической конференции, Саратов, 15 июля 2019 года / Под ред. С.А. Богатырева. — Саратов: ООО «Центр социальных агроинноваций СГАУ», 2019. — С. 92-94.
13. *Семенюта, А. А.* Зерно и солод в пищевых технологиях: оценка качества: учебное пособие / А. А. Семенюта, Т. В. Танашкина, Т. А. Сенотрусова. — Владивосток: Издательство Дальневосточного федерального университета, 2023. — 101 с.
14. *Захарова, О. А.* Качество зерна и солода пивоваренного ячменя при оптимизации технологии его выращивания / О. А. Захарова, О. В. Ожерельева // Агрехимикаты в XXI веке: теория и практика применения : материалы международной научно-практической конференции, Нижний Новгород, 31 мая — 02 2017 года. — Нижний Новгород: ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», 2017. — С. 35-38.
15. *Майорова, С. А.* Качество зерна ячменя, как сырья для производства солода / С. А. Майорова // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения : Сборник материалов LV Студенческой научно-практической конференции, Тюмень, 17–19 марта 2021 года. — Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2021. — С. 144-149.
16. *Райхерт, Д. В.* Ячмень как сырье для производства солода / Д. В. Райхерт, Р. И. Белкина // Достижения молодежной науки для агропромышленного комплекса : сборник трудов LVII научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 27 февраля — 03 2023 года. Том Часть 13. — Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2023. — С. 32-36.
17. Сырьевые свойства зерна ячменя пивоваренного назначения / И. В. Опанасюк, Р. И. Белкина, М. В. Губанов, А. А. Новоселова // Современная наука — агропромышленному производству : Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Тюмень, 23–24 октября 2014 года. Том I. — Тюмень: ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», 2014. — С. 55-57.
18. *Грибкова, И. Н.* Влияние β -глюкана на качество пива / И. Н. Грибкова, В. И. Козлов // Актуальные вопросы индустрии напитков. — 2018. — №2. — С. 42-44.
19. *Полонский, В. И.* Актуальные проблемы селекции ячменя / В. И. Полонский, А. В. Сумина // Международная заочная научная конференция «Проблемы современной аграрной науки». — Красноярск, 2010. — С.52-58.
20. Новое в пивоварении / Чарльз Бэмфорт (ред.); пер. с англ. яз. Е. С. Боровиковой и И. С. Горожанкиной. — Санкт-Петербург : Профессия, 2007. — 519 с.

Информация об авторах

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, младший научный сотрудник 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: yuliya.sorokina.96@bk.ru

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, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: pus-tanja@yandex.ru

Information about the authors

Solovyov Vitaliy Vladimirovich, PhD (Engineering), Head of the Technology Department of alcoholic and non-alcoholic beer products of RUE “Scientific and Practical Center 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, Junior Researcher at the Department of Technologies of the alcohol and non-alcoholic beer products of RUE “Scientific and Practical Center 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

Shustikova Yulia Sergeevna, PhD (Engineering), Senior Researcher at the Department of Technologies of the alcohol and non-alcoholic beer products of RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: pus-tanja@yandex.ru