

**А. А. Шепшелев¹, В. В. Соловьев², Ю. С. Шустикова², О. Н. Юденко²,
В. И. Кулаковская²**

*¹ГНУ «Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь*

*²РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь*

КИСЛОТНЫЙ ГИДРОЛИЗ БЕЛКОВО-ХМЕЛЕВОГО ОТСТОЯ

Аннотация. Отходы пивоваренного производства являются важной составляющей частью сырьевой базы животноводства. На сегодняшний день их объемы можно сопоставить с объемами исходного сырья, что позволяет получать полноценные корма с минимальными затратами на их производство и решать проблемы экологии, которые возникают при их утилизации. Поскольку пивоваренные заводы используют высококачественное сырье, поэтому образующиеся отходы богаты белком, углеводами, макро- и микроэлементами, органическими кислотами, витаминами и др. Таким образом, они могут выступать в качестве перспективного вторичного материального ресурса, тем самым решая задачи охраны окружающей среды и ресурсосбережения. Использование отходов пивоваренных предприятий позволит в какой-то мере восполнить дефицит кормового протеина в рационах откармливаемого скота и существенно снизить затраты на единицу продукции.

В данной работе рассмотрены основные отходы пивоваренного производства и возможность их использования, а также проведены исследования по изучению процесса кислотного гидролиза белково-хмелевого отстоя, определены наиболее оптимальные параметры ведения данного процесса (время гидролиза и концентрация HCl).

Ключевые слова: белково-хмелевой отстой, гидролиз, отходы пивоваренного производства, соляная кислота, центрифугирование.

**A. A. Shepsheliev¹, V. V. Soloviev², Yu. S. Shustikova², O. N. Yudenko²,
V. I. Kulakovskaya²**

*¹SSI “Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus”,
Minsk, Republic of Belarus*

*²RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,
Minsk, Republic of Belarus*

ACID HYDROLYSIS OF PROTEIN-HOPS SLUDGE

Abstract. Brewing waste is an important component of the raw material base of animal husbandry. To date, their volumes can be compared with the volumes of raw materials, which makes it possible to obtain full-fledged feeds with minimal costs for their production and solve environmental problems that arise during their disposal. Since breweries use high-quality raw materials, therefore, the resulting waste is rich in protein, carbohydrates, macro- and microelements, organic acids, vitamins, etc. Thus, they can act as a promising secondary material resource, thereby solving the tasks of environmental protection and resource conservation. The use of waste from breweries will to some extent make up for the shortage of feed protein in the diets of fattened cattle and significantly reduce the cost per unit of production.

In this paper, the main wastes of brewing production and the possibility of their use are considered, as well as studies on the process of acid hydrolysis of protein-hop sludge are carried out, the most optimal parameters for conducting this process (hydrolysis time and HCl concentration) are determined.

Key words: protein-hop sludge, hydrolysis, brewing waste, hydrochloric acid, centrifugation.

Введение. Экологическая проблема является общемировой проблемой на сегодняшний день. Использование вторичных сырьевых ресурсов, разработка безотходных технологий позволяет решать как экологические проблемы, так и получать новые важные и значимые продукты. Поскольку пивоваренные заводы используют в качестве сырья высококачественное зерно, поэтому образующиеся отходы богаты белком, углеводами, макро- и микроэлементами, органическими кислотами, витаминами и др. Таким образом, они могут выступать в качестве перспективного вторичного материального ресурса, тем самым решая задачи охраны окружающей среды и ресурсосбережения [1-4]. Развитие общества и связанный с ним рост производства продовольствия все острее ставит вопрос об утилизации их отходов [5]. Состояние пищевой промышленности на сегодняшний день требует комплексного решения вопросов использования отходов при переработке сельскохозяйственной продукции, в том числе и от пивоваренных производств. Возможность использования отходов производства пива в качестве высококалорийных кормовых белковых добавок в рационе скота и птицы, является одной из первостепенных [6]. Таким образом, научно-исследовательские организации ведут поиск вспомогательных источников белка в виде новых кормовых продуктов, а их применение позволило бы повысить продуктивность и биологическую ценность действия комбикормов, а также эффективность их использования в сельском хозяйстве. Большая часть отходов пивоваренной промышленности представлена водянистыми, скоропортящимися продуктами, которая используются не совсем рационально, т.к. в местах их получения отсутствуют сушильные установки, а также несовершенны способы их консервирования и транспортировки [7].

При производстве пива на пивоваренных предприятиях образуется ряд отходов: дробина солодовая (пивная), избыточные дрожжи, кизельгуровый осадок, отходы зерновые и др.

Переработка отходов с выделением и использованием содержащихся в них ценных компонентов обусловлена экологической и экономической целесообразностью. Для того, чтобы устранить и минимизировать загрязнение окружающей среды, пивоваренные заводы постоянно находятся в поиски путей уменьшения количества отходов, либо полного устранения их образования или использования [8]. Отходы пивоваренной промышленности в основном используют для производства кормов, однако также в последнее время все чаще стали разрабатываться нетрадиционные методы их применения [9-14].

Кизельгур применяют в качестве удобрения, вспомогательного материала для улучшения почвы или добавки к комбикормам, в качестве адсорбента или добавки при производстве цемента обычных и силикатных кирпичей. В процессе введения кизельгура в почву происходит ее разрыхление, объем ее пор повышается, улучшается микробиологическое состояние почвы, увеличивается процент удерживаемой влаги и питательных веществ и десорбция фосфатов. Обработка кизельгуром растений облегчает попадание в них H_2SiO_3 , повышает их урожайность и прочность стеблей, а также устойчивость растений к повреждениям. Отработанный кизельгур не может долго храниться, т.к. он впитал в себя белок, сахара, прочие вещества и микроорганизмы из пива. Это же касается и дробины. При комнатной температуре он уже на второй день начинает иметь неприятный запах, а затем плесневеет. Таким образом, для добавки его в комбикорма, он должен быть подсушен, сгранулирован и дезинфицирован [15].

Избыточные дрожжи также являются ценным отходом при производстве пива, которые остаются после главного брожения и дображивания. Пивные дрожжи содержат витамины, ценные аминокислоты, гормональные вещества. Очень актуально и имеет важное значение использование пивных дрожжей в фармакологии. Они применяются в качестве лечебных препаратов в сухом, жидком, и прессованном виде. Пивные дрожжи могут использоваться как продукт, улучшающий обмен веществ, очищенные пивные дрожжи могут быть рекомендованы для детского питания. Основная часть дрожжей используется в сыром виде на корм скоту в животноводческих хозяйствах, которые расположены рядом. Но в то же время, большое их количество не находит применения и сбрасывается в канализацию [15].

Белково-хмелевой отстой образуется при охлаждении суслу, на дне оседают выделяющиеся белково-дубильные вещества и скоагулированные высокомолекулярные белки. Белково-хмелевой отстой состоит из воды, белка, безазотистых веществ, клетчатки, золы. В нем присутствуют также минеральные вещества и хмелевые смолы. Горький вкус придает белково-хмелевому отстою хмелевые вещества, что объясняет невозможность применения его в чистом виде на кормовые цели. Но в тоже время его можно применять на корм скоту в смеси с другими кормами [15].

Пивная дробина также является вторичным продуктом пивоварения, который состоит из дробленых зернопродуктов и солода, оставшихся после фильтрования затора [16].

На сегодняшний день из пивной дробины производят кормовые добавки и комбикорма на ее основе, используют в качестве топливного компонента. Пивную дробину часто применяют в качестве корма для жвачных животных и птиц. В сельском хозяйстве сырая пивная дробина чаще всего служит добавкой молокосгонным и белковым кормам для сельскохозяйственных животных и птицы взамен мясокостной муки [17], реже используется в биотехнологии для выращивания плесневых грибов и кормовых дрожжей [18]. Очень часто дробину применяют в качестве удобрения при выращивании культурных растений. В пищевой промышленности дробину применяют при выпечке мучной продукции диетического назначения, т.к. она служит ценным источником пищевых волокон.

Перспективно еще одно решение проблемы утилизации пивной дробины, особенно для регионов, обладающих развитой пивоваренной промышленностью — получение на ее основе ксилоры и ксилита. Ксилит является энергетическим сахарозаменителем, который необходим для больных сахарным диабетом [19, 20].

Существует способ получения глюкозы из отходов пивоваренного производства, глутамата натрия [21, 22]. Пивная дробина является хорошим панировочным продуктом [23], рекомендована и испытана в качестве добавки при производстве мясных продуктов и полуфабрикатов [24, 25]. Также используется как источник углерода для микроорганизмов при производстве амилаз, как сырье для производства биоэтанола, при производстве комплексных пищевых добавок с пробиотическими свойствами [26]. При внесении длительно хранившейся пивной дробины в почву, изменяется прежде всего уровень ее кислотности. Дробина пивная устраняет высокую щелочность грунта и насыщает его необходимыми для развития растений питательными элементами. [27].

В мировой практике широко используются процессы кислотного, щелочного, ферментативного гидролиза белков [28].

Целью исследований являлось изучение влияния процесса кислотного гидролиза на физико-химические характеристики отходов пивоваренного производства.

В качестве объекта исследования был использован белково-хмелевой отстой, полученный в процессе приготовления пивного суслу на ОАО «Криница».

Материалы и методы исследований. Экспериментальная работа проводилась в лаборатории отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию».

В работе использованы органолептические и физико-химические методы анализа, принятые в пивоварении.

В ходе исследовательской работы были применены следующие методы исследований:

- ♦ массовая доля сухих веществ по ГОСТ 13496.3-92 [29];
- ♦ массовая доля сырого протеина по ГОСТ 13496.4-2019 [30];
- ♦ органолептические показатели по ГОСТ 21055-2019 [31].

Исследования по органолептическим показателям проведены специалистами отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», по показателям массовой доли сухих веществ и массовой доли сырого протеина — в Республиканском контрольно-испытательном комплексе по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию».

Как было отмечено ранее [32], белково-хмелевой отстой имеет горький вкус. Для удаления горечи проводили процесс обезгорчивания. Он может осуществляться с помощью внесения раствора поваренной соли или раствора бикарбоната натрия. Обработка бикарбонатом более эффективна при удалении горьких веществ, чем раствор поваренной соли. Для этого суспензию белково-хмелевого отстоя обрабатывали 0,2 % раствором бикарбоната натрия в течение 30 минут при постоянном перемешивании. По истечении времени белково-хмелевой отстой промывали от раствора бикарбоната и далее проводили процесс кислотного гидролиза при помощи соляной кислоты.

Технологические параметры ведения процесса кислотного гидролиза, представлены в табл. 1.

Эксперимент проводили следующим образом: в 0,5 л белково-хмелевого отстоя вносили соляную кислоту в заданных концентрациях, помещали на водяную баню, нагревали до температуры 80 °С — 82 °С и выдерживали при постоянном перемешивании в течение определенного времени.

С целью определения максимального количества белка и сухих веществ, процесс разделения суспензии белково-хмелевого отстоя проводили на центрифуге марки СМ-6М в течение 5 минут при 3,5 тыс./об. мин.

Таблица 1. Технологические параметры процесса кислотного гидролиза белково-хмелевого отстоя
 Table 1. Technological parameters of the acid hydrolysis process of protein-hop sediment

№ Образца	Параметры		
	Время, ч	Концентрация HCl, %	Температура, °С
Образец №1	3	5	80 - 82
Образец №2		10	
Образец №3		15	
Образец №4	6	5	
Образец №5		10	
Образец №6		15	
Образец №7	9	5	
Образец №8		10	
Образец №9		15	

Результаты исследований и их обсуждение. Белково-хмелевой отстой представляет собой осадок, образующийся при охлаждении пивного сусла. Он включает в себя скоагулированные высокомолекулярные белки, белково-дубильные комплексы, минеральные вещества и хмелевые смолы, а также частично адсорбированное сусло. В данной работе исследовали белково-хмелевой отстой с физико-химическими показателями, полученными и представленными в табл. 2.

Таблица 2. Физико-химические характеристики исходного белково-хмелевого отстоя
 Table 2. Physicochemical characteristics of the original protein-hop sediment

Наименование показателя	Характеристика показателя
рН	5,75
Массовая доля сухих веществ, %	17,6

Кислотный гидролиз белково-хмелевого отстоя проводили при технологических параметрах, представленных в таблице 1. В результате получили 9 образцов гидролизатов.

Образцы белково-хмелевого отстоя после процесса кислотного гидролиза представлены на рис. 1.



Рис. 1. Образцы белково-хмелевого отстоя после процесса кислотного гидролиза

Fig. 1. Samples of protein-hop sediment after the acid hydrolysis process

Из рис. 1 следует, что полученные образцы белково-хмелевого отстоя после процесса кислотного гидролиза различаются между собой по цвету (интенсивность цвета возрастает от образца №1 к образцу №9), а также по толщине слоя осадка.

Далее полученные образцы центрифугировали, определяли массу жидкой и густой фаз, массовую долю сухих веществ и массовую долю белка в жидкой фазе. Результаты исследований представлены в табл. 3.

Таблица 3. Результаты исследований образцов кислотных гидролизатов белково-хмелевого отстоя

Table 3. Results of studies of samples of acid hydrolysates of protein-hop sludge

Наименование образца	Наименование показателя			
	Масса, г		Массовая доля в жидкой фазе, %	
	жидкой фазы	густой фазы	сухих веществ	белка
Образец №1	425,0	75,0	18,02±0,90	6,75±0,34
Образец №2	427,0	73,0	18,41±0,92	7,38±0,37
Образец №3	426,0	74,0	18,12±0,91	7,72±0,39
Образец №4	428,0	72,0	18,33±0,92	9,00±0,45
Образец №5	431,6	68,4	18,24±0,91	9,89±0,49
Образец №6	425,8	74,2	18,24±0,91	9,37±0,47
Образец №7	424,9	75,1	18,20±0,91	8,90±0,45
Образец №8	425,7	74,3	18,29±0,91	8,39±0,42
Образец №9	428,6	71,4	18,35±0,92	7,68±0,38

Основными показателями, характеризующими процесс гидролиза, является массовая доля белка и сухих веществ в жидкой фазе. Исходя из данных, представленных в таблице 3, гидролиз прошел наиболее эффективно в образце №5 (время гидролиза 6 ч, концентрация HCl — 10 %) и образце №6 (время гидролиза 6 ч, концентрация HCl — 15 %), при этом массовая доля белка в образцах составила 9,89±0,49 % и 9,37±0,47 %, соответственно, а массовая доля сухих веществ — 18,24±0,91.

Заключение. В процессе проведенных исследований была рассмотрена и изучена литература по отходам пивоваренного производства, а также возможность их использования. В результате проведенного эксперимента исследованы параметры ведения процесса кислотного гидролиза белково-хмелевого отстоя. Установлено, что для накопления максимального содержания сухих веществ и массовой доли белка в прогидролизованном белково-хмелевом отстое, необходимо использовать следующие параметры процесса гидролиза: время — 6 ч; концентрация соляной кислоты — 10 %, 15 %.

Благодарности. Исследования проводились в рамках Государственной программы научных исследований «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность» на 2021–2025 по заданию 5.5 «Разработка научных основ применения инновационных технологий, обеспечивающих комплексный подход по совершенствованию технологических процессов в пищевой промышленности», 5.5.3 «Научное обоснование инновационных приемов переработки отходов пивоваренного и солодовенного производства».

Список использованных источников

1. Колпакчи, А. П. Вторичные материальные ресурсы пивоварения / А. П. Колпакчи, Н. В. Голикова, О. П. Андреева. — М.: Агропромиздат — М, 1986. — 160 с.
2. Ермолаева, Г. А. Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков / Г. А. Ермолаева, Р. А. Колчева // Прикладная биохимия и микробиология. — 2000. — № 3 — С. 410–416.
3. Руденко, Е. Ю. Современные тенденции переработки основных побочных продуктов пивоварения / Е. Ю. Руденко // Пиво и напитки. — 2007. — №2 — С. 66–68.
4. Антипов, С. Т. Особенности способа получения пищевой добавки из пивной дробины и остаточных дрожжей / С. Т. Антипов, Е. Д. Фараджева, С. В. Шахов, Р. В. Кораблин, А. В. Прибытков // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2002. — №9. — С.27–29.
5. Большаков, В. Н. Микробиологический способ консервирования пивной дробины: автореф. дис. ... канд. с/х наук : 06.02.02 / В.Н. Большаков; Санкт Петербург, 2009 г. — 21 с.
6. Лазаревич, А. Н. Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов: автореф. дис. ...канд. с/х наук: 06.02.08 / А.Н. Лазаревич ; Красноярск, 2012 г. — 16 с.

7. Методы утилизации пивной дробины [Электронный ресурс] — Москва, 2005. — Режим доступа : <http://cbio.ru/page/45/id/1303>. — Дата доступа : 12.03.2021.
8. *Кунце, В.* Технология солода и пива [Текст]: пер. с нем. / В Кунце. — СПб.: Профессия, 2009. — 1064 с.
9. Способ приготовления корма для сельскохозяйственных животных: пат. Ru2075298C1 / В. Ф Фомичев, А. И. Шевчук, А. С. Егорова, С. Г. Кузнецов, В. В. Базик. — Опубл. 20.03.1997.
10. *Колпакчи, А. П.* Белковый отстой — средство для повышения питательной ценности пищевых продуктов / А. П. Колпакчи [и др.] // Ферментная и спиртовая промышленность. — 1976. — № 8. — С. 20–22.
11. *Фазлиев, И. И.* Перспективы переработки пивной дробины для получения ксилозы / И. И. Фазлиев, С. Т. Минзанова, Ф. Ю. Ахмадуллина, Р. З. Мусин, Л. Г. Миронова // Вестник Казанского технологического университета. — 2010. — № 11. — С. 307–311.
12. *Пехер, К.* Тепловая утилизация пивной дробины — экономически выгодное использование экологически чистого источника энергии / К. Пехер // Пиво и напитки. — 2006. — № 5. — С. 64–65.
13. *Фараджеева, Е. Д.* Новые виды биологически активных добавок из вторичных ресурсов пивоварения / Е. Д. Фараджеева, С. В. Шахов, Р. В. Кораблин, А. В. Прибытков // Сб. науч. тр. Воронеж. гос. тех.-нол. акад. — 2002. — № 12. — С. 59–61.
14. *Батищева, Н. В.* Инновационные способы утилизации пивной дробины / Н. В. Батищева // Научное обозрение. Технические науки. — 2016. — № 6. — С. 10–14.
15. Отходы пивоваренного производства [Электронный ресурс]. — Санкт Петербург, 2014. — Режим доступа : https://ozlib.com/990255/tovarovedenie/othody_pivovarenного. — Дата доступа: 13.03.2021.
16. *Батищева, Н. В.* Инновационные способы утилизации пивной дробины. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения профессора Рыбалко А. Г. / Н. В. Батищева. — Саратов, 2016. — С. 3–7.
17. *Руденко, Е. Ю.* Вторичные материальные ресурсы пивоварения / Е. Ю. Руденко. — Москва : ООО «Пищепромиздат» : Пиво и напитки. — 2007, — С. 66 — 68.
18. *Васильев, А. В.* Кислотный и ферментативный гидролиз отходов пивоваренной промышленности / А. В. Васильев, В. И. Панфилов и др. // Химическая технология. — 2007. — Т.8. — № 1. — С. 17–21.
19. *Минзанова, С. Т.* Получение ксилозы из пивной дробины / С. Т. Минзанова [и др.] // Тезисы докладов Всероссийской научной конференции «Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства» (Краснодар, 18 - 19 марта 2009 года). — Краснодар, 2009. — С. 161.
20. *Миндубаев, А. З.* Стимулирующее влияние фитомассы амаранта на биометаногенез в трудноферментируемых субстратах / А. З. Миндубаев и др. // Вестник Казанского технологического университета. — 2009. — С. 220–226.
21. Способ получения глюкозы из целлюлозосодержащего сырья, преимущественно отходов пивного производства: пат. 006944 Россия / В. С. Орлова, П. А. Кодитувакку, Э. Диас и др ; заявитель Орлова П. А. и др.; заяв. 31.07.2003 ; опуб. 30.06.2006 // Евразийское патентное ведомство. — 2006. — № 2. — С. 174.
22. *Паньковский, Г. А.* Производство глутамата натрия при использовании отходов пивной промышленности / Г. А. Паньковский // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. — 2002. — № 4. — С. 15–19.
23. Способ панирования пищевых продуктов: заявка на изобретение / Ф. Б. Волотка, В. Д. Богданов. Увед. О поступлении заявки в Федеральный институт промышленной собственности Рег.№ 201114886., A23L 1/176.
24. *Пономарев, В. Я.* Использование вторичного растительного сырья в технологии мясных продуктов / В. Я. Пономарев, Э. Ш. Юнусов, Г. О. Ежкова // Вестник Казанского технологического университета. — 2011. — № 18. — С. 156–158.
25. Пономарев, В. Я. Практические аспекты использования нативной пивной дробины при производстве мясопродуктов / В. Я. Пономарев, Э. Ш. Юнусов и др. // Вестник Казанского технологического университета. — 2014. — т.17 — № 18. — С. 177–179.
26. Технология получения многофункциональных кормовых добавок на основе биоконверсии целлюлозосодержащего сырья : Материалы международной научно-практической конференции, Саратов 2013 г. / Саратов Издательство «КУБиК», 2013. — 286 с.
27. Дробина пивная: состав, применение в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] — Ростов-на-Дону, 2018. — Режим доступа: <https://fb.ru/article/230544/drobina-pivnaya-sostav-primenenie-v-hozyaystve>. — Дата доступа: 13.03.2021.
28. *Телишевская, Л. Я.* Белковые гидролизаты: Получение, состав, применение : дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.23 / Л. Я. Телишевская. — Москва, 2000. — 296 с.
29. ГОСТ 13496.3-92. Комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения влаги [Текст]. — Введ. 01.01.93. — Москва : Стандартинформ, 2011. — 38 с.

30. ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина [Текст]. — Введ. 01.01.96. — Минск : Госстандарт, 2010. — 15 с.
31. ГОСТ 21055-2019. Комбикорма полнорационные. Технические условия [Текст]. — Введ. 01.01.2020. — Минск: Госстандарт, 2020. — 12 с.
32. *Шепшелев, А. А.* Ферментативный гидролиз белково-хмелевого отстоя. / А. А. Шепшелев, В. В. Соловьев, В. И. Кулаковская // *Пищевая промышленность: наука и технологии.* — 2022. — №2(56) — С.56-61.

Информация об авторах

Шепшелев Александр Анатольевич, кандидат технических наук, директор ГНУ Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси, (ул. акад. В.Ф. Купревича, 2, 220084, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: ashepshelev@tut.by

Соловьев Виталий Владимирович, и.о. начальника отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: solovyoffg@gmail.com

Шустикова Юлия Сергеевна, кандидат технических наук, младший научный сотрудник отдела технологий алкогольной и безалкогольной 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

Юденко Ольга Николаевна, кандидат технических наук, руководитель винодельческой и пивобезалкогольной группы отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: vino@belproduct.com

Кулаковская Виктория Игоревна, младший научный сотрудник отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: kvv88@mail.ru

Information about authors

Shepshelev Alexander Anatolevich, PhD (Engineering), Associate Professor, director SSI “Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus” (2, acad. V.F. Kuprevich str., 220084, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: ashepshelev@tut.by

Solovyov Vitaliy Vladimirovich, Acting Head of the Department of Technologies of alcoholic and non-alcoholic 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

Shustikova Yulia Sergeevna, PhD (Engineering), junior researcher of the Department of Technologies of Alcoholic and non-alcoholic 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

Yudenko Olga Nikolaevna, PhD (Engineering), Head of the wine and beer and non-alcoholic group of the alcohol and non-alcoholic products technology 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: vino@belproduct.com

Kulakovskaya Victoria Igorevna, junior researcher of the Department of Technologies of Alcoholic and non-alcoholic 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: kvv88@mail.ru