

ISSN 1817-7204 (Print)

ISSN 1817-7239 (Online)

УДК 663.31.031.32-027.33

<https://doi.org/10.29235/1817-7204-2023-61-3-253-264>

Поступила в редакцию 3.05.2023

Received 3.05.2023

ПЕРАПРАЦОЎКА І ЗАХАВАННЕ СЕЛЬСКАГА СПАДАРЧАЙ ПРАДУКЦЫІ
PROCESSING AND STORAGE OF AGRICULTURAL PRODUCTS

Е. П. Кулагова, О. Л. Зубковская, Н. Р. Рабчонок

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию,
Минск, Республика Беларусь*

**КОМПЛЕКСНЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС
ПРОИЗВОДСТВА ЯБЛОЧНОГО ДИСТИЛЛЯТА И ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ЕГО КАЧЕСТВА**

Аннотация. Исследования связаны с решением важной и актуальной проблемы в винодельческой промышленности – использования отходов и побочных продуктов производства в качестве вторичных сырьевых ресурсов. В ходе выполнения экспериментальной части использованы общепринятые и специальные методы и методики исследований; изучены особенности протекания процессов экстракции, брожения и фракционной перегонки. Впервые в технологии изготовления яблочных дистиллятов применен прием сокращения количества образующейся головной фракции при фракционной перегонке и научно обоснована перспективность повторного применения нового побочного продукта фракционной перегонки – промежуточной фракции, а также на стадии брожения задействован диффузионный сок, полученный из яблочных выжимок. Уникальность состоит еще и в том, что все приемы объединены в единый комплексный подход. В результате разработана научно обоснованная, усовершенствованная и экономически эффективная технология производства яблочных дистиллятов с применением комплексной переработки вторичных сырьевых ресурсов виноделия, позволяющая повысить уровень экономической целесообразности и эффективности отрасли и являющаяся основой инновационного развития экономики в направлении импортозамещения. Отражена принципиальная технологическая схема разработанной технологии, описаны ее операции и стадии, а также приведены исследования основных показателей качества (физико-химические, органолептические показатели и сравнительный анализ дегустации потребительской фокус-группы) яблочных дистиллятов, полученных по комплексной технологии использования отходов.

Ключевые слова: яблочные дистилляты, комплексная технология, переработка вторичных сырьевых ресурсов, отходы, показатели качества, яблочные выжимки, промежуточная фракция дистиллята

Для цитирования: Кулагова, Е. П. Комплексный технологический процесс производства яблочного дистиллята и оценка показателей его качества / Е. П. Кулагова, О. Л. Зубковская, Н. Р. Рабчонок // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2023. – Т. 61, № 3. – С. 253–264. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2023-61-3-253-264>

Ekaterina P. Kulagova, Oksana L. Zubkovskaya, Natalya R. Rabchonok

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

**COMPLEX TECHNOLOGICAL PROCESS FOR PRODUCTION OF APPLE DISTILLATES
AND EVALUATION OF ITS QUALITY INDICATORS**

Abstract. The research presented in the paper is related to solving an important and urgent problem in the wine industry – use of waste and by-products of production as secondary raw materials. In the course of the experimental part, generally accepted and special research methods and techniques were used; the peculiarities of the extraction and fermentation processes were studied. This is the first time when, in the technology of manufacturing apple distillates, a method was used to reduce the amount of the resulting head fraction during fractional distillation, and the prospects for the reuse of a new by-product of fractional distillation – an intermediate fraction – were scientifically substantiated, as well as diffusion juice obtained from

apple pomace was involved at the fermentation stage. The uniqueness also lies in the fact that all the techniques are combined into a single integrated approach. As a result, a scientifically sound, improved and cost-effective technology for production of apple distillates with complex processing of secondary raw materials of winemaking has been developed, which makes it possible to increase the level of economic feasibility and efficiency of the industry, and is the basis for innovative economic development aimed at import substitution. The paper reflects the basic technological layout of the developed technology, describes its operations and stages, as well as studies of the main quality indicators (physical-and-chemical, organoleptic indicators and comparative analysis of the tasting test with the consumer focus group) of apple distillates obtained by integrated waste technology.

Keywords: apple distillates, integrated technology, processing of secondary raw materials, waste, quality indicators, apple pomace, intermediate distillate fraction

For citation: Kulagova E. P., Zubkovskaya O. L., Rabchonok N. R. Complex technological process for production of apple distillates and evaluation of its quality indicators. *Vestsi Natsyyanal' nay akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2023, vol. 61, no. 3, pp. 253–264 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2023-61-3-253-264>

Введение. В настоящее время в Республике Беларусь наблюдается стабильное увеличение производства пищевых продуктов функционального назначения [1]. Вместе с тем повышение мощностей в сельскохозяйственной отрасли и в перерабатывающей промышленности приводит к росту количества отходов, что, в свою очередь, обостряет проблему их утилизации и захоронения. Отходы, подвергающиеся комплексной переработке и используемые для получения ценных пищевых компонентов, определяются термином «вторичные материальные/сырьевые ресурсы». Широко распространенный ранее термин «отходы» мало приемлем сегодня, поскольку инновации в технике и технологии позволяют использовать практически любые побочные продукты перерабатывающих производств. Проблема полного и рационального использования вторичных материальных ресурсов пищевой промышленности существует во всех странах с развитой пищевой индустрией. Данной проблеме постоянно уделяется внимание на конференциях и конгрессах различных уровней, на которых предлагаются разносторонние подходы для коренного изменения сложившейся ситуации.

Существенный вклад в изучение обращения и использования вторичных сырьевых ресурсов внесли отечественные и зарубежные ученые – Л. Р. Ибрагимова, Н. И. Разуваев, А. Н. Тихонова, И. М. Абрамова, Р. В. Аванесьянц, А. Р. Блягоз, Т. Н. Воробьева, Л. Г. Влащик, М. А. Гладченко, О. И. Квасенков, Л. Я. Родионова и др.

Потери при переработке фруктового сырья на имеющемся производственном оборудовании на сегодняшний день составляют до 30 % [2]. Основной объем отходов первичного виноделия составляют яблочные выжимки, они представляют собой плотный остаток твердых частей яблок, содержащий остаточное количество экстрактивных веществ. При хранении в открытом виде они склонны к быстрым микробиологическим изменениям ввиду содержания остаточного сахара, кислоты и других биологически ценных веществ. В связи с этим хранение выжимок без создания определенных условий или консервирования может привести к их порче и инфицированию промышленных помещений.

В основе анализа режимов переработки вторичных сырьевых ресурсов основным фактором является изучение направления (цели) их использования. Основные направления переработки фруктовых выжимок [3, 4]:

– экстракция с целью увеличения выхода жидкой фазы (сока) с максимальным переходом растворимых экстрактивных компонентов в сусло для последующего использования в производстве винодельческой продукции;

– экстракция с целью извлечения и концентрирования твердой фазы, обогащенной биологически активными веществами и пищевыми ингредиентами для последующего использования в пищевой и других отраслях промышленности.

Оба направления использования выжимок можно рассматривать как параллельный процесс. В то же время параметры экстракции при этом будут направлены на извлечение соответствующих ингредиентов.

Методы переработки фруктовых выжимок делятся на термические и нетермические (давление, УЗ, импульсное электрическое поле, УФ- и γ -облучение). Для извлечения всех ценных биоактивных соединений из яблочных выжимок применяют процесс экстракции с использованием технологически подготовленной питьевой воды. В основе процесса экстракции лежит явление диффузии.

На основании анализа данных научной литературы [5, 6] переработку выжимок осуществляют двумя методами:

- 1) прямой перегонкой сброженных выжимок с целью получения дистиллята для производства фруктовой водки на аппаратах непрерывного действия;
- 2) экстрагированием выжимок и последующим сбраживаем полученного диффузионного сока (пикета) с целью получения дистиллята.

Выжимки при производстве яблочных дистиллятов могут быть использованы на одном из этапов: на этапе переработки яблок с извлечением диффузионных соков или на этапе брожения с последующей перегонкой полученных виноматериалов. Указанные технологические приемы позволят сократить безвозвратные потери сока и экстрактивных веществ, удаляемых вместе с выжимкой.

Работа с образованными побочными продуктами и одновременное совершенствование винодельческого производства также может происходить за счет получения яблочных дистиллятов путем отработки технологических приемов снижения объема головной спиртосодержащей фракции и использования ее части (промежуточной фракции дистиллята) в качестве вторичного сырьевого ресурса при процессе сбраживания яблочного суслу [7–10].

Актуальность данной работы состоит в необходимости разработки технологических стадий производства яблочного дистиллята с применением комплексного подхода внедрения всех инновационных решений использования яблочных выжимок и промежуточной фракции дистиллята, что позволит при максимальном использовании отечественного плодового сырья снизить до минимума количество отходов и достигнуть высокой степени ресурсосбережения.

Цели и задачи. *Цель исследований* – разработка технологических стадий производства яблочных дистиллятов на основе комплексной переработки вторичных сырьевых ресурсов и оценка показателей качества яблочного дистиллята, полученного по разработанной технологии в сравнении с имеющейся технологией.

Для этого были сформулированы следующие задачи:

- разработать технологическую стадию процесса экстрагирования с установленными рациональными параметрами и получением диффузионных соков;
- разработать технологическую стадию процесса брожения яблочного суслу с использованием диффузионных соков и промежуточной фракции яблочного дистиллята;
- разработать технологическую стадию процесса фракционной перегонки с отбором четырех стадий;
- представить принципиальную технологическую схему производства яблочных дистиллятов с применением переработки и повторного использования вторичных сырьевых ресурсов;
- оценить показатели качества яблочного дистиллята, полученного по разработанной технологии в сравнении с имеющейся технологией.

Исследования проводили согласно схеме, представленной на рис. 1.

Материалы и методы исследования. Объект исследований – технология производства яблочных дистиллятов с использованием вторичных сырьевых ресурсов виноделия, полученный яблочный дистиллят.

Предмет исследований – технологические стадии этапов производства яблочного дистиллята: процесс экстракции яблочных выжимок с получением диффузионных соков, процесс брожения яблочного суслу, состоящего из смеси сока прямого отжима, диффузионного сока и введения промежуточной фракции яблочного дистиллята, фракционной перегонки с отбором четырех фракций; показатели качества яблочного дистиллята.

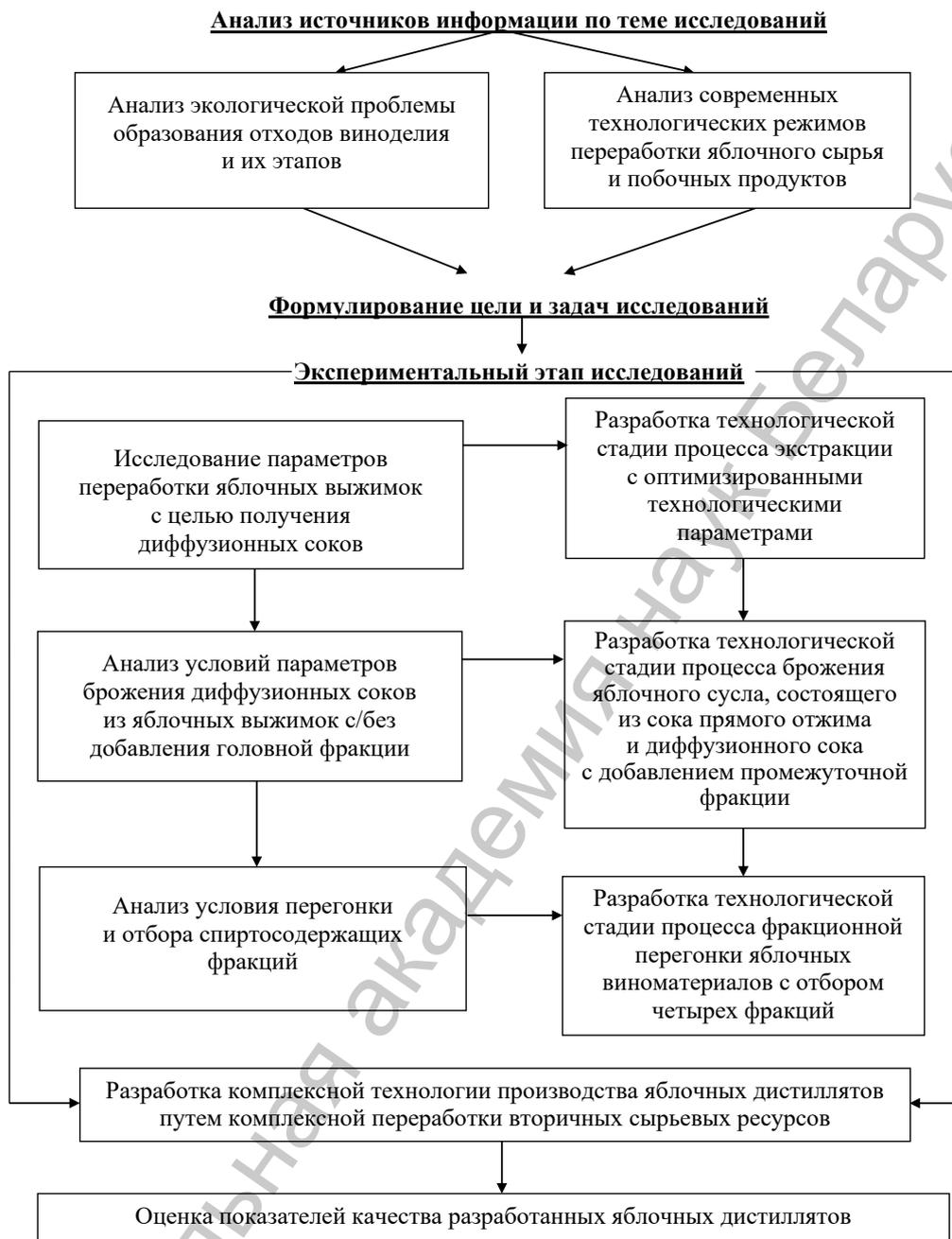


Рис. 1. Структурная схема исследований

Fig. 1. Block diagram of research

Для разработки комплексной технологии получения дистиллятов проведен обширный и глубокий анализ отечественной и зарубежной научной литературы [11–18], поставлены опыты и эксперименты, определены рациональные параметры процессов экстрагирования, брожения, фракционной перегонки. Для оптимизации процессов экстракции яблочных выжимок с получением диффузионных соков и процессов брожения яблочного сусле, состоящего из смеси сока прямого отжима и диффузионного сока с введением промежуточной фракции яблочного дистиллята, применяли метод центрального композиционного рототабельного планирования полного факторного эксперимента ПФЭ-2³ со звездными точками. Составление плана эксперимента и обработку результатов осуществляли с помощью компьютерной системы планирования эксперимента STATGRAPHICS Plus for Windows. В работе использованы органолептические, физико-хими-

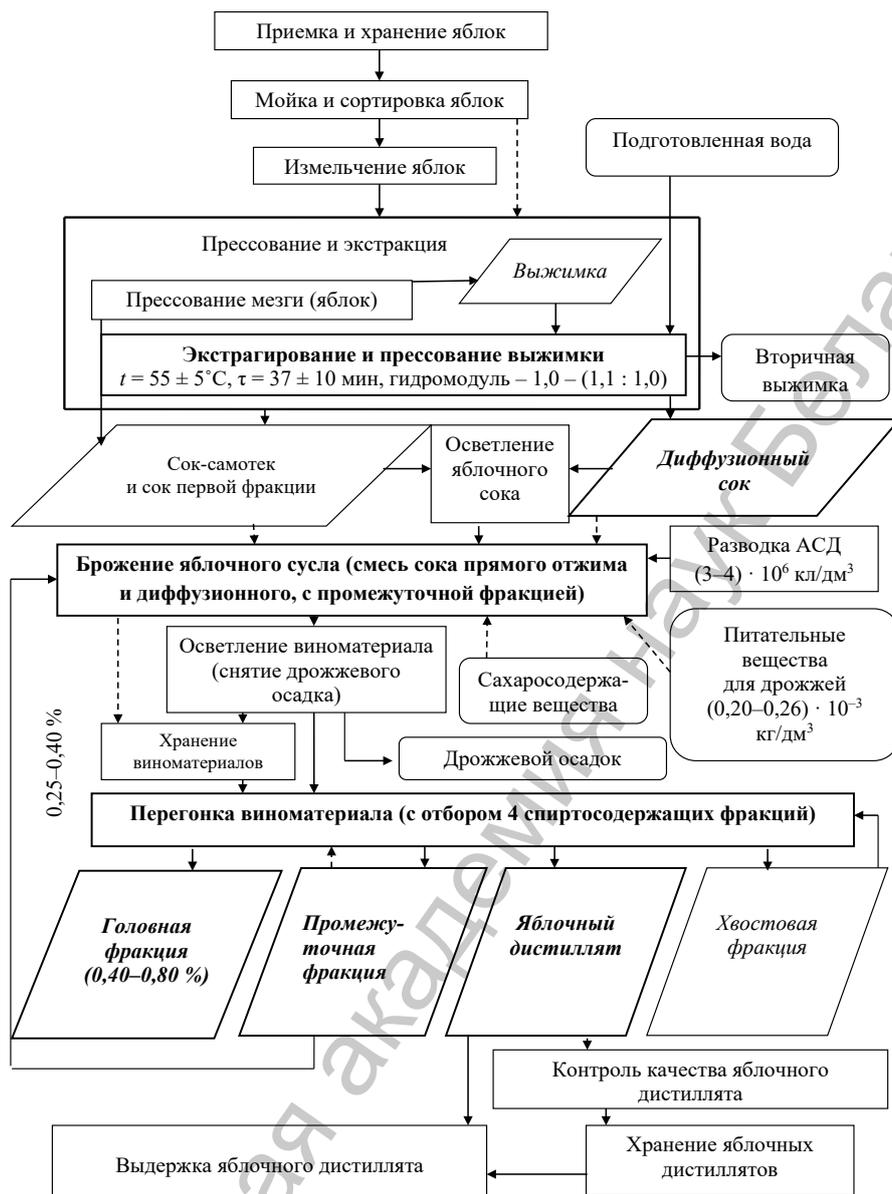


Рис. 2. Технологический процесс изготовления яблочных дистиллятов

Fig. 2. Technological process for production of apple distillates

ческие¹⁻⁶, хроматографические методы исследования определения показателей качества. Исследования выполнены на поверенном оборудовании, обеспечивающем достоверность результатов измерений, в количестве не менее трех параллельных измерений.

¹ Винодельческая продукция и винодельческое сырье. Метод определения массовой концентрации летучих кислот: СТБ 1930-2009. Введ. 01.07.09 (с отменой на территории РБ ГОСТ 13193-73). Минск: Госстандарт, 2009. 10 с.

² Винодельческая продукция и винодельческое сырье. Метод определения массовой концентрации свободного и общего диоксида серы: СТБ 1932-2009. Введ. 01.07.09 (с отменой на территории РБ ГОСТ 14351-73). Минск: Госстандарт, 2009. 9 с.

³ Коньяки и коньячные спирты. Метод определения метилового спирта: ГОСТ 13194-74. Взамен ГОСТ 13194-67; введ. 01.01.76. М.: Изд-во стандартов, 1999. 5 с.

⁴ Коньячные и плодовые спирты. Метод определения средних эфиров: ГОСТ 14139-76. Взамен ГОСТ 14139-69; введ. РБ 17.12.92. Минск: БелГИСС, 2011. 3 с.

⁵ Вина, виноматериалы, коньячные и плодовые спирты. Метод определения альдегидов: ГОСТ 12280-75. Взамен ГОСТ 12280-69; введ. РБ 17.12.92. Минск: БелГИСС, 2011. 5 с.

⁶ Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Спектрофотометрический метод определения массовой концентрации высших спиртов: ГОСТ 14138-2014. Взамен ГОСТ 14138-76; введ. 01.01.16. М.: Стандартинформ, 2019. 7 с.

Результаты и их обсуждение. На основании проведенных экспериментальных исследований [19–21] разработана технология производства яблочного дистиллята, включающая в себя переработку вторичных сырьевых ресурсов. Новая технология отличается тем, что потенциал исходного сырья используется максимально полно благодаря использованию ранее традиционных отходов в качестве вторичных сырьевых ресурсов посредством получения диффузионных соков в результате проведения процесса экстракции при температуре $(55 \pm 5)^\circ\text{C}$, продолжительности (37 ± 10) мин, гидромодуле 1,00 – (1,10 : 1,00), а также выделением нового инновационного продукта – промежуточной фракции яблочного дистиллята, задействованной в производственном цикле, а именно на этапе брожения при следующих параметрах: количество питания для дрожжей в диапазоне $(0,20–0,26) \cdot 10^{-3}$ кг/дм³, количество промежуточной фракции в пересчете на безводный спирт, вводимое на стадии брожения в диапазоне 0,25–0,40 %, количество засеваемых дрожжей при постановке на брожение яблочного суслу в диапазоне $(3–4) \cdot 10^6$ клеток/см³.

Для концептуального восприятия новой технологии разработана принципиальная технологическая схема производства яблочных дистиллятов с применением переработки и повторного использования вторичных сырьевых ресурсов (рис. 2).

Согласно схеме технологический процесс изготовления яблочных дистиллятов состоит из следующих операций:

- изготовление яблочных натуральных столовых сухих обработанных виноматериалов (далее – виноматериалы);

- перегонка виноматериалов;

- хранение и выдержка (при необходимости) яблочных дистиллятов.

Технологический процесс изготовления виноматериалов состоит из следующих операций:

- транспортирование, приемка и хранение яблок;

- мойка, сортировка и измельчение (при необходимости) яблок;

- прессование и экстракция яблочного сырья;

- прессование мезги (яблок);

- экстракция и прессование выжимок;

- осветление яблочного суслу (при необходимости);

- брожение яблочного суслу, состоящего из смеси сока прямого отжима и диффузионного, с внесением промежуточной фракции;

- осветление виноматериалов и снятие его с дрожжевого осадка;

- хранение виноматериалов.

На всех этапах технологического процесса во избежание ферментативного окисления соков и виноматериалов необходимо ограничить доступ кислорода и обогащение суслу полифенольными веществами.

Прессование и экстракция сырья. Прессование мезги (яблок). Мезгу, полученную после дробления яблок, или яблоки, не подлежащие дроблению, направляют на прессование. Прессование проводят с применением прессов периодического или непрерывного действия (шнековые, ленточные, гидравлические и др.). После прессования образуется сок первой фракции и яблочные выжимки. Сок первой фракции направляют на самоосветление (при необходимости) в приемную емкость.

Экстракция и прессование яблочных выжимок. Оставшиеся в прессе после прессования яблочные выжимки оставляют на дальнейшее экстрагирование с последующим прессованием. С этой целью к ним подают подготовленную воду температурой 60–75 °С в соотношении 1,0–1,1 объема воды к 1,0 объема выжимки. Температуру подготовленной воды подбирают с таким расчетом, чтобы процесс экстракции происходил при температуре 50–60 °С. Экстрагирование осуществляют в течение 30–45 мин. По истечении указанного периода осуществляют прессование выжимок.

После прессования яблочных выжимок образуется диффузионный сок и вторичная выжимка. Диффузионный сок объединяют с соком первой фракции (далее – яблочный сок) и направляют на самоосветление (при необходимости) или изготовление суслу для брожения. Количество диффузионного сока, объединенного с соком первой фракции, должно составлять не более 20 % от общего объема яблочного сока, направляемого на изготовление суслу. Вторичную выжимку, оставшуюся после прессования, утилизируют.

Брожение яблочного сула. *Подготовка сула к брожению.* Подготовку сула к брожению осуществляют путем внесения в яблочный сок необходимых компонентов (сахаросодержащих веществ, промежуточной фракции яблочного дистиллята, разводки АСД). Рекомендуется следующая последовательность внесения компонентов в суло, предназначенное для брожения: разводка АСД, промежуточная фракция, $\frac{1}{2}$ часть сахаросодержащих веществ.

При подготовке сула к брожению рекомендуется использовать следующие технологические приемы:

- разводку АСД изготавливать в емкости, предназначенной для брожения, с применением диффузионного сока или первых фракций яблочного сока;

- вносить промежуточную фракцию в весь объем яблочного сока в емкости, предназначенной для брожения, или в $\frac{1}{2}$ часть от общего объема яблочного сула после внесения разводки АСД;

- вносить сахаросодержащие вещества (при необходимости) после внесения разводки АСД и промежуточной фракции в полный объем яблочного сула, предназначенного для брожения. При подготовке сула к брожению рекомендуется внесение $\frac{1}{2}$ части от заданного количества сахаросодержащих веществ. Внесение оставшейся части сахаросодержащих веществ осуществляют на вторые-третьи сутки брожения яблочного сула.

Разводку АСД изготавливают в яблочном соке. Промежуточную фракцию яблочного дистиллята вносят в яблочный сок в количестве 0,25–0,40 % по объемной доле этилового спирта. Использование промежуточной фракции на стадии подготовки сула к брожению осуществляют в качестве вторичного сырьевого ресурса (источника этилового спирта, ацетальдегида и других ароматообразующих соединений). Применение промежуточной фракции снижает возможность инфицирования сула посторонней микрофлорой, активизирует процесс брожения яблочного сула. В зависимости от массовой концентрации сахаров яблочного сока, предназначенного для брожения, и заданной объемной доли этилового спирта виноматериала осуществляют внесение расчетного количества сахаросодержащих веществ.

Брожение яблочного сула проводят до полного сбраживания сахаров во избежание пригорания остаточного содержания сахаров виноматериалов. Окончание процесса брожения фиксируют при достижении массовой концентрации сахаров виноматериалов 4 г/дм³ и менее и заданной объемной доли этилового спирта. По завершении брожения виноматериалы снимают с дрожжевого осадка путем декантации и направляют на осветление (при необходимости) и перегонку.

Перегонка виноматериалов. Перегонку виноматериалов проводят с фракционированием в соответствии с инструкцией по эксплуатации данного типа аппарата. В процессе перегонки отбирают головную, промежуточную, основную и хвостовую фракции. Виноматериал из приемной емкости направляют в промежуточную емкость и затем в перегонный куб. После проверки герметичности аппарата в змеевик подают пар и осуществляют постепенный нагрев виноматериала до температуры 50–70 °С. В процессе нагревания виноматериала дефлегматор должен быть заполнен питьевой водой. При достижении температуры 60–70 °С подачу воды в дефлегматор и холодильник, а также пара в змеевик уменьшают с целью отбора головной фракции.

Головную фракцию отбирают при невысоком нагреве перегонного куба с целью ее концентрирования и обеспечения точности отбора. Отбор головной фракции прекращают при появлении приятных эфирных тонов и уходе из аромата резких неприятных тонов. Количество головной фракции должно составлять 0,4–0,8 % от количества безводного спирта виноматериалов, поступивших на перегонку. Объемная доля этилового спирта головной фракции должна составлять не менее 70%. Для определения объемной доли этилового спирта в процессе перегонки в эпруvette (спиртовом фонаре) находятся ареометры с пределом измерений от 0 до 80 % и термометр. Из приемной емкости головную фракцию в процессе перегонки сливают для накопления в накопительную емкость, где при необходимости осуществляют хранение. Из накопительной емкости головную фракцию яблочного дистиллята направляют на отгрузку через мерник.

После отбора головной фракции приступают к отбору промежуточной фракции. Промежуточную фракцию отбирают сразу после головной фракции. Отбор промежуточной фракции прекращают при появлении в аромате яблочных оттенков и легкой сладости во вкусе. Количество

промежуточной фракции должно составлять от 1,0 до 2,5 % от количества безводного спирта виноматериалов, поступивших на перегонку. Объемная доля этилового спирта промежуточной фракции должна составлять не менее 70 %. Из приемной емкости промежуточную фракцию в процессе перегонки сливают в накопительную емкость, где при необходимости осуществляют хранение. Из накопительной емкости промежуточную фракцию яблочного дистиллята через мерник направляют в производство яблочных дистиллятов.

При фракционной перегонке яблочного дистиллята в зависимости от качества яблочного виноматериала, поступающего на перегонку, суммарное количество отбираемых головной и промежуточной фракций или количество головной фракции при отборе без промежуточной фракции должно составлять не более $(2,6 \pm 0,3)$ % от количества безводного спирта виноматериалов, поступивших на перегонку.

После отбора промежуточной фракции регулируют подачу воды в дефлегматор и холодильник, а также пара в змеевик с таким расчетом, чтобы поплавков ротаметра находился между делениями 60–70, что соответствует возврату флегмы в укрепляющую колонну 250–300 л/ч. Отбор яблочного дистиллята проводят в течение 6–8 ч и завершают при достижении объемной доли этилового спирта 40 %. При отборе яблочного дистиллята оптимальный режим дефлегмации соответствует флегмовому числу 1,0–1,3. Яблочный дистиллят собирают в приемной емкости. Из нее яблочный дистиллят направляют в производство или на отгрузку.

Отгон хвостовой фракции ведут при умеренной подаче пара в змеевик, флегмовом числе менее 1,0, показаниях поплавка ротаметра 15–20 делений, что соответствует скорости возврата флегмы в укрепляющую колонну 100–125 л/ч. Перегонку осуществляют до объемной доли этилового спирта в хвостовой фракции 1 %.

В течение всего процесса перегонки подогрев виноматериала в кубе ведут с таким расчетом, чтобы жидкость не пульсировала и плавно вытекала из фонаря. При достижении объемной доли этилового спирта в фонаре 15–20 % интенсивность перегонки несколько увеличивают путем подачи пара. По мере снижения содержания этилового спирта в перегоняемом виноматериале повышается температура выделяющихся паров и происходит значительный нагрев воды в холодильнике. В целях сокращения потерь этилового спирта в процессе перегонки увеличивают подачу воды и поддерживают температуру в пределах 14–16 °С.

Хвостовую фракцию возвращают в перегонный куб с виноматериалом через навалочную емкость до 5 раз в соотношении виноматериал : хвостовая фракция 9 : 1, или 450 дал виноматериала и 50 дал хвостовой фракции при единовременной загрузке 500 дал, после чего полученную от последней (шестой) перегонки хвостовую фракцию списывают.

Общая продолжительность цикла периодической перегонки составляет в среднем 10–12 ч, после проведения которого осуществляют промывку кубового аппарата водой.

Оценка показателей качества яблочных дистиллятов. На заключительном этапе были исследованы показатели качества полученных яблочных дистиллятов. Результаты органолептических и физико-химических показателей представлены в табл. 1, 2.

Таблица 1. Органолептические показатели яблочного дистиллята

Table 1. Organoleptic indicators of apple distillate

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид	Бесцветная, прозрачная жидкость без осадка и посторонних включений. Допускается опалесценция
Цвет	От бесцветного до темно-коричневого
Вкус	Чистый, жгучий, терпковатый, винно-яблочный
Аромат	Сложный, приятный, с винно-яблочным тоном

Современные методики органолептического анализа позволяют применять качественно новые методы при получении новых продуктов. Данные методы, кроме традиционных органолептических, учитывают еще целевую группу потребителей и ее социально-демографические характеристики. Сравнительная потребительская дегустация необходима для оценки потреби-

тельских свойств существующих продуктов и продуктов, получаемых за счет комплексного использования отходов производства. Необходимо убедиться, что такой подход к безотходному производству не скажется негативно на вкусовом восприятии продукта.

Для сравнительной дегустации были представлены два образца: яблочный дистиллят по классической технологии УП «Иловское» и яблочный дистиллят, полученный по разработанной технологии.

Таблица 2. Физико-химические показатели яблочных дистиллятов

Table 2. Physical-and-chemical indicators of apple distillates

Наименование показателя	Значение		
	ТУ ВУ 600107131.010-2019 «Дистилляты яблочные»	Яблочный дистиллят по классической технологии	Яблочный дистиллят, полученный по разработанной технологии
Массовая концентрация летучих кислот (в пересчете на уксусную кислоту), мг/100 см ³ безводного спирта	не более 250,0	54	20
Массовая концентрация общего диоксида серы, мг/дм ³ (в т. ч. свободный диоксид серы, мг/дм ³)	не более 45,0	13	15
Массовая концентрация метилового спирта, г/дм ³	не более 3,0	0,81	0,25
Массовая концентрация средних эфиров, мг/100 см ³ безводного спирта	30,0–200,0	85	107
Массовая концентрация альдегидов, мг/100 см ³ безводного спирта	не более 80,0	14	6,6
Массовая концентрация высших спиртов, мг/100 см ³ безводного спирта	100,0–450,0	396	347
Массовая концентрация железа, мг/дм ³	не более 1,5	0,92	0,82

Таблица 3. Результаты сравнительной дегустации показателей качества яблочных дистиллятов, приготовленных по разным технологиям

Table 3. Results of comparative tasting test of quality indicators of apple distillates prepared using different technologies

Наименование образца	Оценка критерия				Средний балл
	Вкус	Запах	Цвет	Общее впечатление	
Яблочный дистиллят по классической технологии УП «Иловское»	4,5 ± 0,1	4,6 ± 0,1	4,4 ± 0,2	4,5 ± 0,1	4,5 ± 0,1
Яблочный дистиллят по новой технологии	4,4 ± 0,1	4,7 ± 0,1	4,4 ± 0,2	4,5 ± 0,1	4,5 ± 0,1

Одинаковый средний балл по результатам сравнительной дегустации показателей качества яблочных дистиллятов свидетельствует о том, что вводимые новые стадии переработки и повторного использования отходов не оказывают отрицательного воздействия на сенсорные характеристики продукта.

Для более детального анализа и сравнения этих двух продуктов по согласованию с экспертной комиссией были выбраны дескрипторы (единицы описания вкуса, запаха и цвета в сенсорных терминах). Каждый эксперт оценивал интенсивность каждого признака по предложенной балльной шкале. Результаты отражены на рис. 3.

Выводы. Яблочные дистилляты, изготовленные по комплексной технологии с применением вторичных сырьевых ресурсов, по изученным показателям качества соответствуют требованиям ТУ ВУ 600107131.010-2019, а значит, вводимые новые стадии переработки и повторного использования отходов не оказывают отрицательного воздействия на сенсорные характеристики продукта. Разработаны технологические стадии производства яблочного дистиллята – экстрагирование яблочных выжимок с получением диффузионных соков, брожение яблочного сусла, состоящего из смеси сока прямого отжима и диффузионного сока с внесением промежуточной



Рис. 3. Профилограмма сравнительного анализа яблочных дистиллятов, изготовленных по классической и по разработанной технологиям

Fig. 3. Profile chart of comparative analysis of apple distillates produced using classical and developed technologies

фракции и фракционная перегонка с сокращением головной фракции яблочного дистиллята и выделением промежуточной фракции, впоследствии используемой на стадии брожения, позволяющие увеличить выход конечной продукции до 26 % без потери его органолептических свойств.

Список использованных источников

1. Хорошун, Н. В. Анализ состояния и развития конъюнктуры рынка винодельческой отрасли Республики Беларусь / Н. В. Хорошун // Тр. БГТУ. Сер. 5, Экономика и упр. – 2021. – № 1 (244). – С. 151–162.
2. Ибрагимова, Л. Р. Использование вторичных продуктов переработки виноградо-винодельческой отрасли [Электронный ресурс] / Л. Р. Ибрагимова, К. Р. Гаммацаев // Науч. тр. КубГТУ. – 2015. – № 8. – Режим доступа: <https://ntk.kubstu.ru/data/mc/0014/0666.pdf>. – Дата доступа: 26.04.2022.
3. Использование отходов виноделия как возобновляемого природного ресурса для повышения биогенности почвы и качества выращиваемого винограда / Т. Н. Воробьева [и др.] // Науч. тр. Сев.-Кавк. зон. науч.-исслед. ин-та садоводства и виноградарства. – 2016. – Т. 9. – С. 137–144.
4. Гладченко, М. А. Разработка биотехнологических способов утилизации отходов виноделия: дис. ... канд. техн. наук: 03.00.23; 05.18.07 / М. А. Гладченко. – М., 2001. – 192 л.
5. Аванесьянц, Р. В. Теоретическое обоснование и разработка инновационных технологий производства российских коньяков: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.01 / Р. В. Аванесьянц. – Краснодар, 2013. – 374 л.
6. Блягоз, А. Р. Совершенствование технологии производства российского кальвадоса в Республике Адыгея: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / А. Р. Блягоз; Кубан. гос. технол. ун-т. – Краснодар, 2010. – 24 с.
7. Инновационные подходы в производстве продукции ОАО «Дербентский коньячный комбинат» / П. Я. Мишиев [и др.] // Науч. тр. КубГТУ. – 2015. – № 8. – Режим доступа: <https://ntk.kubstu.ru/data/mc/0014/0673.pdf>. – Дата доступа: 26.04.2022.
8. Приготовление коньячных дистиллятов с добавлением в виноматериал спирта-сырца из дрожжевых осадков / П. Я. Мишиев [и др.] // Изв. высш. учеб. заведений. Пищевая технология. – 2012. – № 4. – С. 79–81.
9. Разуваев, Н. И. Комплексная переработка вторичных продуктов виноделия / Н. И. Разуваев. – М.: Пищевая пром-сть, 1975. – 168 с.
10. Родопуло, А. К. Основы биохимии виноделия / А. К. Родопуло. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Лег. и пищевая пром-сть, 1983. – 240 с.
11. Comparison of conventional and ultrasound-assisted aqueous extraction of soluble matter and phenolic compounds from apple flesh / L. Wang [et al.] // Eur. Food Res. Technol. – 2018. – Vol. 244, № 9. – P. 1683–1689. <https://doi.org/10.1007/s00217-018-3081-9>
12. Composition and physicochemical properties of dried berry pomace / A.-M. Reißner [et al.] // J. Sci. Food Agric. – 2018. – Vol. 99, № 3. – P. 1284–1293. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9302>

13. Degradation of Monastrell grape skins: effect of individual enzymatic activities and their synergic combination / R. Apolinar-Valiente [et al.] // *Eur. Food Res. Technol.* – 2017. – Vol. 243, № 11. – P. 1933–1942. <https://doi.org/10.1007/s00217-017-2900-8>
14. Determination of phytochemical composition and antioxidant capacity of 22 old apple cultivars grown in Poland / J. Oszmiański [et al.] // *Eur. Food Res. Technol.* – 2018. – Vol. 244, № 4. – P. 647–662. <https://doi.org/10.1007/s00217-017-2989-9>
15. Dietary fiber concentrates from fruit and vegetable by-products: processing, modification, and application as functional ingredients / L. E. Garcia-Amezquita [et al.] // *Food Bioprocess Technol.* – 2018. – Vol. 11, № 8. – P. 1439–1463. <https://doi.org/10.1007/s11947-018-2117-2>
16. Grape processing by high hydrostatic pressure: effect on use of non-Saccharomyces in must fermentation / M. A. Bañuelos [et al.] // *Food Bioprocess Technol.* – 2016. – Vol. 9, № 10. – P. 1769–1778. <https://doi.org/10.1007/s11947-016-1760-8>
17. Improvement of physico-chemical properties and phenolic compounds bioavailability by concentrating dietary fiber of peach (*Prunus persica*) juice by-product / S. Rodríguez-González [et al.] // *J. Sci. Food Agric.* – 2018. – Vol. 98, № 8. – P. 3109–3118. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8812>
18. Influence of oak wood chips-grape mix maceration on the extraction of anthocyanins from low-extractable anthocyanin content red grapes / B. Vaca-Bocanegra [et al.] // *Eur. Food Res. Technol.* – 2018. – Vol. 244, № 4. – P. 729–734. <https://doi.org/10.1007/s00217-017-2999-7>
19. Кулагова, Е. П. Оптимизация технологических режимов экстракции яблочных выжимок в технологии производства фруктовых дистиллятов / Е. П. Кулагова, А. А. Пушкарь, О. Н. Юденко // *Пищевая пром-сть: наука и технологии.* – 2021. – Т. 14, № 1 (51). – С. 50–61. [https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-1\(51\)-50-61](https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-1(51)-50-61)
20. Совершенствование биосинтеза этилового спирта при сбраживании яблочного сусла, полученного на базе инновационных решений по переработке вторичных сырьевых ресурсов / Е. П. Кулагова [и др.] // *Пищевая пром-сть: наука и технологии.* – 2021. – Т. 14, № 3 (53). – С. 41–50. [https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-3\(53\)-41-50](https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-3(53)-41-50)
21. Совершенствование технологии производства фруктовых дистиллятов на основе инновационных подходов фракционной перегонки яблочных виноматериалов / Е. П. Кулагова [и др.] // *Пиво и напитки.* – 2021. – № 4. – С. 18–22. <https://doi.org/10.52653/PIN.2021.4.4.001>

References

1. Khoroshun N. V. Analysis of the market situation and development of the market of the wine industry of the Republic of Belarus. *Trudy BGTU. Seriya 5, Ekonomika i upravlenie = Proceedings of BSTU. Issue 5, Economics and Management*, 2021, no. 1 (244), pp. 151–162 (in Russian).
2. Ibragimova L. R., Gammatsaev K. R. The use of secondary products of vine growing and wine processing-wine industry. *Nauchnye trudy KubGTU = Scientific Works of the Kuban State Technological University*, 2015, no. 8. Available at: <https://ntk.kubstu.ru/data/mc/0014/0666.pdf> (accessed 26 April 2022) (in Russian).
3. Vorobyova T. N., Petrov V. S., Yacuba Yu. F., Prakh A. V., Nudga T. A. Use of winemaking waste as renewable natural resource for increase in bio genetic of soil and quality of cultivated grapes. *Nauchnye trudy Severo-Kavkazskogo zonal'no-go nauchno-issledovatel'skogo instituta sadovodstva i vinogradarstva* [Scientific Works of the North Caucasian Region Research Institute of Horticulture and Viticulture], 2016, vol. 9, pp. 137–144 (in Russian).
4. Gladchenko M. A. *Development of biotechnological methods for the disposal of winemaking waste*. Moscow, 2001. 192 p. (in Russian).
5. Avanes'yants R. V. *Theoretical substantiation and development of innovative technologies for the production of Russian cognacs*. Krasnodar, 2013. 374 p. (in Russian).
6. Blyagoz A. R. *Improving the production technology of Russian Calvados in the Republic of Adygea*. Krasnodar, 2010. 24 p. (in Russian).
7. Mishiev P. Y. A., Gadzhiev M. S., Aliev A. R., Mudunov E. G. Innovative approaches in the production of products of JSC “Derbent Cognac Plant”. *Nauchnye trudy KubGTU = Scientific Works of the Kuban State Technological University*, 2015, no. 8. Available at: <https://ntk.kubstu.ru/data/mc/0014/0673.pdf> (accessed 26 April 2022) (in Russian).
8. Mishiev P. Ya., Gadzhiev M. S., Aliev A. R., Mudunov E. G. Preparation of cognac distillates with the addition of raw alcohol from yeast sediments to the wine material. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Pishchevaya tekhnologiya = Izvestiya Vuzov. Food Technology*, 2012, no. 4, pp. 79–81 (in Russian).
9. Razuvaev N. I. *Complex processing of secondary products of winemaking*. Moscow, Pishchevaya promyshlennost' Publ., 1975. 168 p. (in Russian).
10. Rodopulo A. K. *Fundamentals of biochemistry of winemaking*. 2nd ed. Moscow, Legkaya i pishchevaya promyshlennost' Publ., 1983. 240 p. (in Russian).
11. Wang L., Boussetta N., Lebovka N., Vorobiev E. Comparison of conventional and ultrasound-assisted aqueous extraction of soluble matter and phenolic compounds from apple flesh. *European Food Research and Technology*, 2018, vol. 244, no. 9, pp. 1683–1689. <https://doi.org/10.1007/s00217-018-3081-9>
12. Reißner A.-M., Schmidt C., Struck S., Rohm H., Al-Hamimi S., Turner Ch., Quiles A., Hernando I. Composition and physicochemical properties of dried berry pomace. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2018, vol. 99, no. 3, pp. 1284–1293. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9302>
13. Apolinar-Valiente R., Romero-Cascales I., Gómez-Plaza E., Ros-García J. Degradation of Monastrell grape skins: effect of individual enzymatic activities and their synergic combination. *European Food Research and Technology*, 2017, vol. 243, no. 11, pp. 1933–1942. <https://doi.org/10.1007/s00217-017-2900-8>

14. Oszmiański J., Lachowicz S., Gławdel E., Cebulak T., Ochmian I. Determination of phytochemical composition and antioxidant capacity of 22 old apple cultivars grown in Poland. *European Food Research and Technology*, 2018, vol. 244, no. 4, pp. 647–662. <https://doi.org/10.1007/s00217-017-2989-9>
15. Garcia-Amezquita L. E., Tejada-Ortigoza V., Serna-Saldivar S. O., Welti-Chanes J. Dietary fiber concentrates from fruit and vegetable by-products: processing, modification, and application as functional ingredients. *Food and Bioprocess Technology*, 2018, vol. 11, no. 8, pp. 1439–1463. <https://doi.org/10.1007/s11947-018-2117-2>
16. Bañuelos M., Loira I., Escott C., Del Fresno J., Morata A., Sanz P., Otero L., Suárez-Lepe J. Grape processing by high hydrostatic pressure: effect on use of non-Saccharomyces in must fermentation. *Food and Bioprocess Technology*, 2016, vol. 9, no. 10, pp. 1769–1778. <https://doi.org/10.1007/s11947-016-1760-8>
17. Rodríguez-González S., Pérez-Ramírez I. F., Castaño-Tostado E., Amaya-Llano S., Reynoso-Camacho R., Rodríguez-García M. E. Improvement of physico-chemical properties and phenolic compounds bioavailability by concentrating dietary fiber of peach (*Prunus persica*) juice by-product. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2018, vol. 98, no. 8, pp. 3109–3118. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8812>
18. Baca-Bocanegra B., Nogales-Bueno J., Heredia F. J., Hernández-Hierro J. M. Influence of oak wood chips-grape mix maceration on the extraction of anthocyanins from low-extractable anthocyanin content red grapes. *European Food Research and Technology*, 2018, vol. 244, no. 4, pp. 729–734. <https://doi.org/10.1007/s00217-017-2999-7>
19. Kulagova K. P., Pushkar A. A., Yudenko O. N. Optimization of technological modes of extraction of apple squeezes in the technology for the production of fruit distillates. *Pishchevaya promyshlennost': nauka i tekhnologii = Food Industry: Science and Technologies*, 2021, vol. 14, no. 1 (51), pp. 50–61 (in Russian). [https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-1\(51\)-50-61](https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-1(51)-50-61)
20. Kulagova E. P., Pushkar A. A., Yudenko O. N., Zubkovskaya O. L. Improvement of ethyl alcohol biosynthesis when ferrying apple wort, obtained on the basis of innovative solutions for processing secondary raw materials. *Pishchevaya promyshlennost': nauka i tekhnologii = Food Industry: Science and Technologies*, 2021, vol. 14, no. 3 (53), pp. 41–50 (in Russian). [https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-3\(53\)-41-50](https://doi.org/10.47612/2073-4794-2021-14-3(53)-41-50)
21. Kulagova E. P., Morgunova E. M., Shepshelev A. A., Pushkar' A. A. Improving the technology for the production of fruit distillates based on innovative approaches to fractional distillation of apple wine materials. *Pivo i napitki = Beer and Beverages*, 2021, no. 4, pp. 18–22 (in Russian). <https://doi.org/10.52653/PIN.2021.4.4.001>

Информация об авторах

Кулагова Екатерина Петровна – кандидат технических наук, научный сотрудник лаборатории микробиологических исследований Республиканского контрольно-испытательного комплекса по качеству и безопасности продуктов питания, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию (ул. Козлова, 29, 220037, Минск, Республика Беларусь). E-mail: tateka@tut.by

Зубковская Оксана Леонидовна – старший научный сотрудник группы по винодельческой и пивобезалкогольной отраслям отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию (ул. Козлова, 29, 220037, Минск, Республика Беларусь). E-mail: vino@belproduct.com

Рабчонок Наталья Ростиславовна – руководитель группы по винодельческой и пивобезалкогольной отраслям отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию (ул. Козлова, 29, 220037, Минск, Республика Беларусь). E-mail: vino@belproduct.com

Information about the authors

Ekaterina P. Kulagova – Ph. D. (Engineering), Researcher of the Laboratory for Microbiological Research of the Republican Control and Testing Complex for Food Quality and Safety, Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus (29, Kozlova Str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: tateka@tut.by

Oksana L. Zubkovskaya – Senior Researcher of the Group for Wine and Beer and Non-Alcoholic Industries of the Department for Technology of Alcoholic and Non-Alcoholic Products of the Group for Wine and Beer and Non-Alcoholic Industries of the Technology Department of Alcoholic and Non-Alcoholic Products, 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

Natalya R. Rabchonok – Head of the Group for Wine and Beer and Non-Alcoholic Industries of the Department for Technology of Alcoholic and Non-Alcoholic Products, Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus for Food (29, Kozlova Str., 220037, Minsk, Republic of Belarus) E-mail: vino@belproduct.com