

DOI: <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2023-6-3-409-415>



Поступила 31.05.2023

Поступила после рецензирования 21.09.2023

Принята в печать 25.09.2023

© Крикунова Л. Н., Томгорова С. М., Захарова В. А., 2023

<https://www.fsjour.com/jour>

Научная статья

Open access

МЕТОДОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ КРИТЕРИЕВ ПЛОДОВЫХ ВОДОК ИЗ КОСТОЧКОВОГО СЫРЬЯ

Крикунова Л. Н., Томгорова С. М.*; Захарова В. А.

Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности, Москва, Россия

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АННОТАЦИЯ

плодовые водки, биохимический состав, первичная переработка, способ сбраживания, сброженное сырье, летучие компоненты, алгоритм оценки

Необходимость разработки идентификационных критериев плодовых водок связана с предотвращением реализации фальсифицированной продукции на российском алкогольном рынке. В связи с многообразием факторов, влияющих на конечный продукт, для решения данной задачи требуется применение методологии, основанной на комплексном подходе. Работа посвящена ее первому этапу — оценке влияния биохимического состава плодового косточкового сырья, а также различных технологических факторов на формирование существенных (идентификационных) признаков продукции. В качестве объектов исследования использовали свежие плоды абрикосов, алычи, вишни, кизила и сливы, а также образцы сброженного сырья. Оценка биохимического состава свежих плодов проводилась по содержанию сахаров, свободных органических кислот, аминокислот и пектиновых веществ. Установлено, что в образцах исходного сырья значения всех основных показателей биохимического состава варьировались в широких пределах. При этом были отмечены существенные различия между видами плодового сырья в содержании свободных аминокислот (кизил, алыча — до 0,08% и 0,12% соответственно; вишня, слива и абрикос — до 0,19–0,30%) и пектиновых веществ (вишня, абрикос — до 0,6–0,8%; алыча, кизил, слива — до 1,2–1,3%). В качестве технологических факторов в работе изучены: способ первичной переработки сырья (получение мезги или выделение сока); способ мацерации — без ферментных препаратов и с обработкой ферментными препаратами; способ сбраживания — без активаторов брожения и с использованием активаторов брожения. Установлено, что способ первичной переработки сырья влияет на концентрацию метанола, сложных эфиров и высших спиртов в сброженном сырье. Использование активаторов брожения способствует увеличению в нем концентрации высших спиртов и сложных эфиров почти в 2 раза, а применение отдельных комплексных ферментных препаратов — на 16% и 80% соответственно. Показано, что методология разработки идентификационных критериев плодовых водок на первом этапе должна включать оценку физико-химического состава исходного сырья и отдельных технологических факторов на стадии подготовки его к дистилляции.

Received 31.05.2023

Accepted in revised 21.09.2023

Accepted for publication 25.09.2023

© Krikunova L. N., Tomgorova S. M., Zaharova, V. A., 2023

Available online at <https://www.fsjour.com/jour>

Original scientific article

Open access

METHODOLOGY FOR THE DEVELOPMENT OF IDENTIFICATION CRITERIA OF STONE FRUIT BRANDY

Ludmila N. Krikunova, Svetlana M. Tomgorova*, Varvara A. Zaharova

All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Beverage and Wine Industry, Moscow, Russia

KEY WORDS:

fruit brandy, biochemical composition, primary processing, fermentation method, fermented raw materials, volatile components, evaluation algorithm

ABSTRACT

The need to develop identification criteria for fruit brandy is connected with the prevention of the sale of counterfeit products on the Russian alcohol market. Due to the variety of factors affecting the final product, the solution to this problem requires the use of a methodology based on an integrated approach. The work is devoted to its first stage — the assessment of the influence of the biochemical composition of fruit stone raw materials, as well as various technological factors on the formation of essential (identification) characteristics of products. Fresh fruits of apricots, cherry plums, cherries, dogwood and plums, as well as samples of fermented raw materials were used as objects of research. The biochemical composition of fresh fruits was assessed by the content of sugars, free organic acids, amino acids and pectin substances. It has been found that the values of all main indicators of the biochemical composition varied widely in the samples of initial raw materials. At the same time, significant differences were noted between the types of fruit raw materials in the content of free amino acids (dogwood, cherry plum up to 0.08% and 0.12%, respectively; cherry, plum and apricot up to 0.19–0.30%) and pectin substances (cherry, apricot up to 0.6–0.8%; cherry plum, dogwood, plum up to 1.2–1.3%). The following factors were studied in the work as technological factors: a method of primary processing of raw materials (obtaining pulp or juice extraction); a maceration method — without enzyme preparations and with treatment with enzyme preparations; a fermentation method — without fermentation activators and using fermentation activators. It has been established that the method for primary processing of raw materials affects the concentration of methanol, esters and higher alcohols in fermented raw materials. The use of fermentation activators contributes to an increase in the concentration of higher alcohols and esters in them by almost 2 times, and the use of individual complex enzyme preparations — by 16% and 80%, respectively. It has been shown that the methodology for developing identification criteria for fruit vodkas at the first stage should include an assessment of the physico-chemical composition of initial raw materials and individual technological factors at the stage of preparing them for distillation.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Крикунова, Л. Н., Томгорова, С. М., Захарова В. А. (2023). Методология разработки идентификационных критериев плодовых водок из косточкового сырья. *Пищевые системы*, 6(3), 409-415. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2023-6-3-409-415>

FOR CITATION: Krikunova, L. N., Tomgorova, S. M., Zaharova, V. A. (2023). Methodology for the development of identification criteria of stone fruit brandy. *Food Systems*, 6(3), 409-415. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2023-6-3-409-415>

1. Введение

Спиртные напитки на основе дистиллятов из плодового сырья, в том числе плодовые водки, относятся к дорогостоящей алкогольной продукции. К наиболее популярным среди потребителей относятся спиртные напитки, произведенные на основе фруктовых (плодовых) дистиллятов из косточкового сырья (абрикосов, сливы, вишни, алычи и кизила). На физико-химические показатели конечного продукта, как известно, оказывает влияние ряд факторов, в первую очередь биохимический состав исходного сырья. Исследования отечественных и зарубежных ученых позволили установить отдельные различия в биохимическом составе перечисленных плодов. Абрикос, вишня и слива отличались более высокой концентрацией свободных аминокислот [1,2,3,4,5], алыча характеризовалась наименьшей концентрацией сахаров [6] и также, как и кизил, высоким уровнем кислотности [7,8]. Помимо биохимического состава, на физико-химические показатели конечного продукта влияет ряд технологических факторов, среди которых способы первичной переработки сырья (получение мезги или выделение сока) [9,10], способ мацерации (с использованием или без использования ферментных препаратов) [11,12,13], условия сбраживания (с применением или без применения активаторов брожения) [14,15,16], параметры и аппаратное оформление процесса дистилляции [17,18,19], режимы технологических обработок и условия хранения продукции [20,21,22]. В конечном итоге совокупность перечисленных факторов позволяет производителям из конкретного вида сырья получить уникальный по своим органолептическим характеристикам спиртной напиток.

Вместе с тем в связи с высокой стоимостью данной продукции на алкогольном рынке присутствует достаточно большое количество товаров сомнительного качества. При производстве такой продукции недобросовестные производители для повышения выхода спирта при сбраживании добавляют в плодородное сырье сахаросодержащие продукты или заменяют фруктовые (плодовые) дистилляты спиртом, полученным из более дешевого сырья (свекловичного сахара, мелассы, различных видов зерна и т. п.). При этом в действующих нормативных документах содержится ограниченный перечень контролируемых показателей, что не позволяет с достаточной степенью эффективности идентифицировать продукцию по виду использованного сырья и выявлять другие случаи фальсификации. Так, в ГОСТ 32160–2013¹, устанавливающим требования к фруктовым (плодовым) дистиллятам, включены следующие показатели: объемная доля этилового спирта, массовая концентрация летучих веществ, фурфурола, общего диоксида серы, железа и метилового спирта. А в нормативный документ, действующий на территории РФ и регламентирующий требования к плодовым водкам (ГОСТ Р 52135–2003²), включены лишь объемная доля этилового спирта, массовая концентрация сахаров, железа, метилового спирта, а также летучих веществ.

Учитывая особое внимание государства к качеству продовольственных товаров, разработка дополнительных идентификационных показателей для всех видов алкогольной продукции, включая спиртные напитки на основе фруктовых (плодовых) дистиллятов, является одним из способов предотвращения реализации фальсифицированной продукции. Для усиления аналитического контроля также необходима разработка эффективных методов определения фальсификата. В настоящее время с целью идентификации фруктовых (плодовых) дистиллятов и спиртных напитков на их основе практикуются следующие основные инструментальные методы, основанные на определении отдельных показателей: определение летучих компонентов с использованием газовой хроматографии [23,24,25], а также изотопная масс-спектрометрия [26,27].

В целом, анализ литературных данных показал, что эффективные комплексные методологические подходы, позволяющие с достаточной степенью достоверности идентифицировать данный вид алкогольной продукции, отсутствуют. Вместе с тем, опираясь на ранее проведенные исследования, можно сделать вывод о том, что на первом этапе разработки комплексной методологии оценки качества и идентификации плодовых водок необходимо оценить влияние биохимического состава используемого сырья и способов его переработки на формирование существенных (идентификационных) признаков продукции, которые в дальнейшем будут являться подтверждением ее аутентичности.

Цель данной работы состояла в оценке степени влияния биохимического состава сырья и ряда технологических факторов (способ первичной переработки сырья, способ мацерации, условия сбраживания) на формирование идентификационных критериев спиртных напитков на основе дистиллятов из плодового косточкового сырья.

2. Объекты и методы

В качестве объектов исследования в работе использовали:

- свежее плодородное косточковое сырье (плоды абрикоса и алычи из Республики Дагестан и предгорных районов Кабардино-Балкарии, плоды вишни из Липецкой и Ростовской областей, плоды кизила из Краснодарского края и предгорных районов Кабардино-Балкарии, плоды сливы из Московской области);
- образцы сброженной мезги и сброженного сока, полученные из свежего плодородного косточкового сырья (вишня, кизил).

В работе применяли следующие образцы ферментных препаратов:

- «Поликанесцин Г20х» (О1) — комплексный препарат гидролитических ферментов из культуры *Pen. canescens*, с преобладающей пектиназной и гемицеллюлазной активностью (обладающий активностью ксиланазы, Р-1,3–1,4-глюканы, эндо-Р-1,4-глюканы, эндо-р-1,4-маннаны, эндо- и экзополигалактуроназы, кислотной протеазы, Р-галактозидазы) («Лекбиотех», Россия);
- «Пектофоегидин П10Х 9» (О2) — комплексный препарат гидролитических ферментов из культуры *Asp. Awamori*, обладающий активностью пектинэстеразы, экзополигалактуроназы, эндополигалактуроназы, кислотной протеазы («Биотехнология», Россия);
- «Фруктаким Колор» (О3) — комплексный пектолитический ферментный препарат с преобладающей целлюлолитической и пектинэстеразной активностями, предназначенный для обработки яркоокрашенного растительного сырья с эндо- и экзоглюканызной ферментативной активностью (Erbsloeh Geisenheim AG, Германия);
- «Фруктоцим Флюкс» (О4) — аналог «Фруктоцим Колор», комплексный пектолитический ферментный препарат с более высокой эндо- и экзоглюканызной ферментативной активностью (Erbsloeh Geisenheim AG, Германия).

Также были использованы образцы следующих водных экстрактов активаторов брожения:

- «Активит» — комплексная подкормка, состоящая из инактивированных дрожжей (*Saccharomyces cerevisiae*) (содержание органического азота < 9,5% сухого вещества), диаммония фосфата и тиамин (0,1%). Рекомендована для сула с дефицитом азота, способствует активному размножению дрожжей и поддержанию бродильной активности (ЮС, Франция);
- «Истлайф Экстра» — комплексная смесь растворимых протеинов, аминокислот, минералов (цинк, магний, фосфор) и витаминов. Предназначена для обеспечения быстрого накопления активных дрожжевых клеток, усиления бродильной активности и сохранения заданных свойств расы (Lallamand, Великобритания);
- «Вита Ферм Ультра Ф3» — мультипитательный комплекс, содержащий инактивированные дрожжи, диаммонийфосфата и тиамин. Применяется для ускорения процесса сбраживания, повышения эффективности брожения и с целью снижения образования нежелательных вторичных продуктов брожения (Erbsloeh, Германия).

Водные экстракты активаторов брожения были приготовлены путем смешивания сухого компонента и дистиллированной воды в соотношении 1:50, настаивания с периодическим перемешиванием и отделения жидкой фракции путем центрифугирования.

Для оценки биохимического состава плодородного косточкового сырья полученные данные представлены в пересчете на 100 г плодородной мезги без косточек.

Массовую концентрацию сахаров определяли по ГОСТ 13192–73³.

Массовую концентрацию титруемых кислот определяли по ГОСТ 32114–2013⁴.

Массовую концентрацию аминокислот определяли методом ВЭЖХ с использованием прибора Agilent Technologies 1200 Series с хроматографической колонкой Luna 5u C18(2) 150×4,6 мм 5 μ (Phenomenex, США) с предколонкой. Пробоподготовку и определение осуществляли в соответствии с ФР. 1.31.2012.13428⁵.

³ ГОСТ 13192–73 Вина, виноматериалы и коньяки. Метод определения сахаров. — Москва: Стандартинформ, 2011. — 9 с.

⁴ ГОСТ 32114–2013 Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Методы определения массовой концентрации титруемых кислот. — Москва: Стандартинформ, 2013. — 5 с.

⁵ ФР. 1.31.2012.13428 Методика измерения массовой концентрации свободных аминокислот в напитках алкогольных и безалкогольных методом высокоэффективной жидкостной хроматографии, 2012. — 15 с.

¹ ГОСТ 32160–2013 Дистилляты фруктовые (плодовые). Технические условия. — Москва: Стандартинформ, 2018. — 5 с.

² ГОСТ Р 52135–2003 Плодовые водки. Общие технические условия. — Москва: Стандартинформ, 2007. — 4 с.

Сахаро-кислотный индекс рассчитывали по отношению массовой концентрации редуцирующих сахаров и титруемых кислот (массовая концентрация редуцирующих сахаров / массовая концентрация титруемых кислот).

Объемную долю этилового спирта в сброженной мезге определяли по ГОСТ 32095–2013⁶.

Состав и массовую концентрацию летучих компонентов в объектах исследования (сброженное сырье) определяли методом газовой хроматографии на приборе «Кристалл 5000.1» («Хроматек», Россия) с пламенно-ионизационным детектором по ГОСТ 33834–2016⁷.

Все эксперименты и вычисления проводились в трех повторностях. При статистической обработке использовали следующие пакеты: pandas (версия 1.5.3), numpy (версия 1.24.2), pingouin (версия 0.5.3), scipy (версия 1.9.1.). Для проверки на нормальность распределения использовался тест Шапиро-Уилка (критический уровень значимости = 0,05). Проверка на гомоскедастичность была выполнена при помощи теста Левене. Дисперсионный анализ для нормально распределенных данных с гомогенными дисперсиями проводился при помощи критерия one-way-ANOVA. Для данных, распределение которых отличалось от нормального, был применен критерий Краскала-Уоллиса. Множественные сравнения корректировались при помощи поправки Бонферрони. Результаты в Таблицах 3 и 4 представляли как среднее значение \pm стандартная ошибка среднего. Статистически значимыми считались показатели скорректированного р-значения менее 0,05. В Таблицах 1 и 2 приведены минимальные и максимальные значения конкретного показателя. Количество образцов каждого вида фруктового сырья варьировалось от 5 до 7.

3. Результаты и их обсуждение

Основным принципом разрабатываемой методологии оценки качества и идентификации плодовых водок является комплексный подход, при котором учитываются не только качественные показатели готовой продукции, отраженные в нормативной документации, но и дополнительные показатели, определяемые при углубленном исследовании. Такой подход служит предпосылкой получения объективных результатов, включающих характерные значения показателей физико-химического состава продукции, а также комплекс органолептических характеристик, присущих конкретному продукту.

3.1. Оценка биохимического состава плодового косточкового сырья

В настоящее время в действующем межгосударственном стандарте на фруктовый (плодовый) дистиллят требования к основному сырью изложены в следующей редакции: «плоды свежие культурные и дикорастущие съедобные по нормативным документам, действующим на территории государства, принявшего стандарт. При использовании косточковых плодов спиртовое брожение осуществляют после удаления косточек». При этом не предъявляются особые требования к биохимическому составу конкретных видов сырья. Вместе с тем без их учета не представляется возможным рекомендовать наиболее эффективный способ и рациональные режимы переработки. В связи с этим на первом этапе исследований проведена сравнительная оценка основных показателей, характеризующих биохимический состав изученных образцов свежего плодового косточкового сырья. Установлено, что исследованные образцы сырья характеризовались широкими пределами варьирования всех основных показателей биохимического состава (Таблица 1).

Таблица 1. Показатели биохимического состава плодового косточкового сырья

Table 1. Indicators of the biochemical composition of fruit stone raw materials

Наименование сырья	Содержание, %				Сахаро-кислотный индекс
	сахаров	титруемых кислот	свободных аминокислот	пектиновых веществ	
Абрикос	7,7–11,8	0,8–1,8	0,10–0,19	0,4–0,8	4,2–14,8
Алыча	4,1–5,6*	1,6–2,0*	0,05–0,12*	0,6–1,2	2,0–3,5
Вишня	9,3–12,0	0,5–1,8	0,06–0,24	0,2–0,6*	5,2–24,0
Кизил	7,3–11,2	1,8–2,4*	0,04–0,08*	0,4–1,2	3,0–6,2
Слива	5,6–12,3	0,6–1,3	0,06–0,30	0,5–1,3	4,3–20,5

⁶ ГОСТ 32095–2013 Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Метод определения объемной доли этилового спирта. — Москва: Стандартинформ, 2014. — 5 с.

⁷ ГОСТ 33834–2016 Продукция винодельческая и сырье для ее производства. Газохроматографический метод определения массовой концентрации летучих компонентов. — Москва: Стандартинформ, 2016. — 11 с.

Анализ полученных данных показал, что образцы плодового косточкового сырья незначительно различались между собой по содержанию сахаров, за исключением алычи, в плодах которой этот показатель был ниже в 1,4–3,0 раза. Как известно, содержание сахаров непосредственно влияет на крепость сброженного сырья и на выход дистиллята. Кроме того, сахаристость сырья опосредованно оказывает влияние на величину коэффициентов испарения отдельных летучих компонентов. Спиртуозность сброженного сырья влияет также на органолептические характеристики дистиллята [28,29].

Содержание титруемых кислот в различных видах плодового косточкового сырья варьировалось более широко, что обусловлено сортовыми особенностями, природно-климатическими и погодными условиями конкретного года урожая и местности. Среди исследованных видов плодов наиболее высоким уровнем кислотности характеризовались образцы свежей алычи и кизила. Данный показатель, во-первых, определяет выбор режимных параметров первичной переработки сырья, во-вторых, влияет на процессы новообразования, проходящие при сбраживании и дистилляции [30].

Величина отношения содержания сахаров к содержанию титруемых кислот представляет собой сахарокислотный индекс, который является одним из основных технологических показателей плодового сырья. Установлено, что данный показатель в исследованных видах плодов варьировал в очень широких пределах. Общепринято, что наилучшим вкусом обладают плоды с большим содержанием сахаров и небольшим количеством кислот, т. е. имеющие высокое значение сахарокислотного индекса. Однако при использовании плодового сырья для получения фруктовых (плодовых) дистиллятов и готовой продукции на их основе производители отдают предпочтение сырью с конкретными значениями этого показателя. Это связано, во-первых, с необходимостью обеспечения определенного уровня микробиологической чистоты, т. к. в данном производстве запрещено применение сернистого ангидрида. Во-вторых, определенный уровень кислотности позволяет обеспечить более эффективное прохождение процессов синтеза ценных летучих компонентов при сбраживании и процессов новообразования при дистилляции [31,32].

При оценке качественных показателей плодового сырья важно также знать содержание свободных аминокислот. В отличие от зернового сырья, используемого в т. ч. для производства виски, в котором основная доля органических азотсодержащих веществ представлена белками — потенциальными источниками образования свободных аминокислот, плодое сырье практически не содержит белков, а органический азот представлен преимущественно свободными аминокислотами. Как показали исследования, минимальным содержанием свободных аминокислот характеризовались образцы плодов алычи и кизила — от 0,04% до 0,12%. Исходя из этого, при переработке данных видов сырья для обеспечения дрожжевой популяции рекомендовано использовать активаторы брожения, содержащие органический азот.

Пектиновые вещества являются потенциальным источником метанола, который образуется вследствие ферментативного отщепления метоксильных групп от метоксилированной полигалактуроновой кислоты в процессе первичной переработки и сбраживания плодового сырья. В составе фруктовых (плодовых) дистиллятов и плодовых водок на их основе в количественном отношении метанол занимает второе место после этилового спирта. При этом, как известно, он обладает высокой токсичностью, и его концентрация строго регламентируется государственными стандартами. Ранее было показано, что содержание метанола в фруктовых (плодовых) дистиллятах коррелирует с концентрацией пектиновых веществ в сырье [33,34,35]. Кроме наличия пектиновых веществ в плодах, используемых для производства дистиллятов, важно учитывать соотношение растворимого пектина и протопектина, массовую долю полигалактуроновой кислоты, содержание метоксильных групп и степень метоксилирования. Все перечисленные параметры оказывают влияние на эффективность перехода компонентов сырья в растворимое состояние, то есть на процесс сокоотдачи, а также определяют содержание метанола в конечном продукте [36,37].

Полученные данные подтверждают различия в биохимическом составе образцов плодового косточкового сырья. В связи с этим для более эффективной переработки каждого вида сырья требуется подбор определенных технологических приемов с целью формирования конкретных качественных характеристик готовой продукции — ее существенных признаков. Поэтому на следующем этапе работы была проведена оценка влияния ряда технологических факторов на качественные показатели сброженного плодового сырья.

3.2. Влияние технологических факторов

Учитывая особенности биохимического состава плодового косточкового сырья, можно выделить следующие технологические факторы, необходимые при производстве фруктового (плодового) дистиллята:

- способ первичной переработки сырья (получение мезги или выделение сока);
- способ мацерации — без ферментных препаратов (контроль) и с обработкой ферментными препаратами;
- способ сбраживания — без активаторов брожения (контроль) и с использованием активаторов брожения.

При анализе сброженной мезги проводили в т. ч. оценку качественного и количественного состава летучих компонентов как веществ, определяющих органолептические показатели и дегустационную оценку готового продукта.

Для изучения влияния способа первичной переработки были использованы два вида плодового косточкового сырья (вишня и кизил), существенно отличающегося по содержанию титруемых кислот и свободных аминокислот (Таблица 1).

Установлено, что, независимо от исходного биохимического состава сырья, сбраживание сока проходит менее эффективно, чем в случае переработки мезги (Таблица 2).

Полученные результаты коррелируют с данными, приведенными в работах [10,38,39,40], и обусловлены тем, что при брожении мезги происходит также ее мацерация и дополнительное извлечение сбраживаемых сахаров под действием ферментативных систем дрожжей. Кроме того, частицы мезги выполняют роль своеобразных насадок, на которых располагаются дрожжевые клетки, что способствует их равномерному распределению по всему объему сырья и ускорению процесса сбраживания сахаров.

При этом необходимо отметить, что сбраживание кизилового мезги приводило к повышению концентрации метанола, по сравнению со сбраживанием сока, в среднем в 1,3 раза. Аналогичные результаты были получены ранее при сбраживании сливовой мезги, где в образцах наблюдалось увеличение концентрации метанола без значительного повышения объемной доли этилового спирта [41]. Это может быть связано с составом пектинового комплекса (нерастворимый протопектин, растворимый пектин, степень метоксилирования, активность полигалактуроназы и пектинэстеразы).

Образцы сброженного сырья, в зависимости от исходного биохимического состава, различались не только по массовой концентрации титруемых кислот и свободных аминокислот, но и по содержанию основных групп летучих компонентов. В сброженных образцах, полученных из плодов кизила, отмечено более высокое содержание альдегидов и сложных эфиров, по сравнению с аналогичными

образцами, полученными из вишни. Кроме того, установлено, что переработка мезги кизила характеризуется меньшим накоплением в сброженном сырье высших спиртов, по сравнению с образцами из вишни. Вероятно, это связано с более высокой кислотностью плодов кизила при пониженном содержании свободных аминокислот, что могло отразиться на метаболизме дрожжей.

Как правило, обработка ферментными препаратами при переработке плодового сырья проводится с целью деструкции биополимеров, приводящей к увеличению сокоотдачи, а также к повышению концентрации сбраживаемых сахаров и ценных ароматобразующих веществ в мезге [42,43].

В зависимости от особенностей биохимического состава плодового сырья и поставленных перед производителем целей (повышение экономической эффективности производства или улучшение качественных характеристик готового продукта), используются определенные комплексные ферментные препараты.

Нами было исследовано влияние ферментных препаратов различного спектра действия на эффективность процесса сбраживания плодовой (кизиловой) мезги с содержанием сахара 9,1%, которую оценивали по накоплению этилового спирта, а также по изменению массовой концентрации летучих компонентов. При проведении процесса мацерации кизилового мезги использовали: в образце O1 — «Поликанесцин Г20Х»; в образце O2 — «Пектофоетидин П10Х»; в образце O3 — «Фруктоцим Колор»; в образце O4 — «Фруктоцим Флюкс». Результаты исследования влияния обработки ферментными препаратами на качественные показатели сброженной кизилового мезги представлены в Таблице 3.

Установлено, что все использованные ферментные препараты повышали объемную долю этилового спирта в сброженной мезге, по сравнению с контрольным образцом. Максимальный набор спирта был зафиксирован в образцах сброженной мезги O2 и O4, что связано с высвобождением и гидролизом углеводсодержащих компонентов. Вместе с тем в образцах O2, O3 и O4 наблюдалось нарастание концентрации метанола, причем в образце O4 его содержание повышалось более, чем на 25%. Выявленный факт по содержанию метанола связан с разницей в активности пектинэстеразы в данных препаратах — в препарате «Фруктоцим Флюкс» активность этого фермента почти в пять раз выше, чем в препарате «Пектофоетидин П10Х» [44].

Влияние обработки ферментными препаратами на увеличение массовой концентрации летучих компонентов, наблюдаемое во всех образцах, подтверждается проведенными ранее исследованиями [43]. Максимальное накопление летучих компонентов, включая высшие спирты, сложные эфиры и фенилэтиловый спирт, было зафиксировано в случае использования комплексных ферментных препаратов, в составе которых присутствовали ферменты с полига-

Таблица 2. Влияние способа первичной переработки на качественные показатели сброженного плодового сырья

Table 2. Influence of the method for primary processing on quality characteristics of fermented raw materials

Наименование показателя	Вишня		Кизил	
	сок	мезга	сок	Мезга
Объемная доля этилового спирта, %	5,3–6,9	5,6–7,3	4,1–6,4	4,4–6,8
Массовая концентрация:				
• сахаров, г/дм ³	3,2–3,5	2,5–3,0	3,5–3,8	3,8–4,0
• титруемых кислот, г/дм ³	4,8–11,6 ^a	5,2–12,0 ^a	12,2–13,8	14,0–15,4
• свободных аминокислот, г/дм ³	0,4–0,6 ^a	0,8–1,2	0,2–0,3	0,4–0,5 ^a
• метанола, мг/дм ³ б. с.	2630–3520 ^a	2890–3620 ^a	3240–3870	3870–4620
• высших спиртов, мг/дм ³ б. с.	2650–2790 ^a	2630–3050 ^a	2610–3820 ^a	1710–2610
• альдегидов, мг/дм ³ б. с.	80–110 ^a	90–120 ^a	340–520 ^b	460–690 ^b
• сложных эфиров, мг/дм ³ б. с.	60–80	100–130	130–180	150–230

* Примечание: a, b — различия между значениями не считаются достоверными.

Таблица 3. Влияние обработки ферментными препаратами на качественные показатели сброженной кизилового мезги

Table 3. Influence of treatment with enzyme preparations on quality characteristics of fermented dogwood pulp

Наименование показателя	Контроль	O1	O2	O3	O4
Объемная доля этилового спирта, %	5,2	5,7	6,0	5,8	6,0
Массовая концентрация, мг/дм ³ б. с.:					
• метанола	4224 ^a ±41,63	4407 ^{ab} ±22,28	4642 ^{bc} ±52,77	4863 ^c ±31,88	5342±35,04
• высших спиртов	2285 ^a ±43,45	2383 ^a ±15,02	2401 ^{ab} ±14,84	2547 ^{bc} ±19,04	2646 ^c ±16,20
• альдегидов	615 ^{ab} ±4,93	627 ^{abc} ±4,73	591 ^a ±6,43	639 ^{bc} ±3,79	674 ^c ±8,72
• сложных эфиров	191 ^a ±3,06	216 ^{ab} ±6,43	228 ^b ±4,06	306 ^c ±9,45	349 ^c ±9,45
• фенилэтилового спирта	215±2,89	249±3,46	324 ^a ±3,84	341 ^{ab} ±2,60	367 ^b ±4,58

* Примечание: a, b, c — различия между значениями не считаются достоверными.

лактуроназной, цитолитической, ксиланазной и пектинэстеразной активностями (образцы О3 и О4).

Отдельные виды плодового косточкового сырья, как установлено нами (Таблица 1), характеризуются довольно низким содержанием свободных аминокислот. Минимальные значения данного показателя были отмечены в образцах плодов кизила — в пределах от 0,04 до 0,08%. Для достижения требуемого метаболизма дрожжей, который обеспечит высоких выход и качество конечного продукта, в процессе сбраживания мезги, обедненный азотистыми соединениями, в нее вводят активаторы брожения.

В серии экспериментов по изучению влияния активаторов брожения на процесс сбраживания и качественные характеристики сброженного сырья использовали образец плодов кизила с содержанием сахаров 11,2%.

В работе применяли три активатора брожения, различающиеся по составу и соотношению основных азот- и фосфорсодержащих компонентов: «Активит», «Истлайф Экстра», «Вита Ферм Ультра Ф3».

Было установлено, что внесение активаторов брожения при сбраживании кизиловой мезги приводит к сокращению длительности процесса на 24–48 часов. Кроме того, использование активаторов брожения приводило к изменению концентрации основных летучих компонентов, по сравнению с контролем (Таблица 4).

Так, применение активатора «Вита Ферм Ультра Ф3» способствовало накоплению минимальной концентрации метанола в сброженной кизиловой мезге, а использование активатора «Истлайф Экстра», напротив, привело к максимальному накоплению метанола в сброженном образце.

Независимо от состава активаторов брожения, их использование приводило к повышению концентрации всех основных групп летучих компонентов (высших спиртов, альдегидов, сложных эфиров, включая энантиовые), а также фенолэтилового спирта. Это связано с тем, что в присутствии активаторов брожения дрожжевая популяция получает больше питательных веществ и, как следствие, количество дрожжевой биомассы возрастает, что было показано ранее [45]. В результате деструкции дрожжевых клеток в конце брожения происходит высвобождение свободных аминокислот. Кроме того, синтез аминокислот также зависит от метаболизма дрожжей. Наиболее интенсивное образование высших спиртов и альдегидов было зафиксировано в образцах с использованием активатора «Истлайф

Экстра», сложных эфиров — при применении «Активита», а накопление фенолэтилового спирта обуславливалось действием препарата «Вита Ферм Ультра Ф3».

Таким образом, применение того или иного активатора брожения при сбраживании плодовой мезги позволяет регулировать концентрацию основных летучих компонентов и в целом влиять на качественные показатели конечного продукта, что необходимо учитывать при разработке идентификационных критериев.

4. Выводы

В результате проведенных исследований было установлено, что биохимический состав плодового косточкового сырья и технологические факторы при его переработке оказывают влияние на формирование конкретных качественных показателей готовой продукции, т. е. ее существенных (идентификационных) признаков, которые в дальнейшем будут являться подтверждением ее аутентичности.

Так, способ первичной переработки сырья (получение мезги или выделение сока) влияет на концентрацию метанола, сложных эфиров и высших спиртов в сброженном сырье, а затем окажет влияние и на их содержание в плодовой водке. В частности, сбраживание кизиловой мезги способствовало: увеличению концентрации метанола до 3870–4620 мг/дм³ б. с., что на 630–750 мг/дм³ б. с. больше, чем в сброженном соке; снижению концентрации высших спиртов с 2610–3820 мг/дм³ б. с. в сброженном соке до 1710–2610 мг/дм³ б. с. в сброженной мезге; увеличению концентрации сложных эфиров до 150–230 мг/дм³ б. с. против 130–180 мг/дм³ б. с.

Применение сырья с невысоким содержанием аминокислот приводит к накоплению более низких концентраций основных летучих компонентов в сброженном сырье, а использование активаторов брожения и отдельных ферментных препаратов («Фруктоцим Колор» и «Фруктоцим Флюкс»), напротив, — к увеличению концентрации высших спиртов и сложных эфиров. Так, применение активаторов брожения способствует увеличению их концентрации почти в 2 раза (высших спиртов — до 4697 мг/дм³ б. с., и сложных эфиров — до 469 мг/дм³ б. с.), а внесение ферментных препаратов приводит к возрастанию их количества на 16% и 80% соответственно. Кроме этого, использование активаторов брожения и ферментных препаратов повышает эффективность сбраживания и соответственно увеличивает объемную долю этилового спирта в сброженной мезге.

Таблица 4. Влияние различных активаторов брожения на качественные показатели сброженной кизиловой мезги

Table 4. Influence of different fermentation activators on quality characteristics of fermented dogwood pulp

Наименование показателя	Контроль(без активатора)	«Активит»	«Истлайф Экстра»	«Вита Ферм Ультра Ф3»
Объемная доля этилового спирта,%	6,4	6,5	6,6	6,6
Массовая концентрация, мг/дм ³ б. с.:				
• метанола	4575 ^a ±98,93	4613 ^a ±177,29	4987 ± 48,79	4171 ± 65,58
• высших спиртов	2609 ± 36,69	4046 ^a ± 78,86	4697 ± 100,94	3813 ^a ± 37,63
• альдегидов	526 ^a ± 4,49	664 ^a ± 13,00	751 ^a ± 20,30	608 ^a ± 8,66
• сложных эфиров	237 ± 5,46	469 ± 11,32	395 ^a ± 8,09	356 ^a ± 4,58
• фенолэтилового спирта	198 ± 4,41	235 ± 3,18	284 ± 3,84	346 ± 3,61

* Примечание: a, b — различия между значениями не считаются достоверными.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Гусейнова, Б. М., Даудова, Т. И. (2018). Влияние сортовых особенностей и природных факторов зон выращивания абрикосов на биохимический комплекс их плодов. *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*, 48(3), 7–16. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2018-48-3-7-16>
- Jordanescu, O. A., Alexa, E., Lalescu, D., Berbecea, A., Camen, D., Poiana, M.-A. et al. (2018). Chemical composition and antioxidant activity of some apricot varieties at different ripening stages. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 78(2), 266–275. <http://doi.org/10.4067/S0718-58392018000200266>
- Nikićević, N., Veličković, M., Jadranić, M., Vucković, I., Novaković, M. M., Vujičić, L. et al. (2011). The effects of the cherry variety on the chemical and sensorial characteristics of cherry brandy. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 76(9), 1219–1228. <https://doi.org/10.2298/JSC101201109N>
- Колбас, Н. Ю., Колбас, А. П., Домась, А. С., Првулович, Д. (2020). Оценка биохимических и дегустационных параметров плодов *Prunus cerasus* L. *Журнал Белорусского государственного университета. Биология*, 2, 49–57. <https://doi.org/10.33581/2521-1722-2020-2-49-57>
- Ionica, M. E., Nour, V., Trandafir, I., Cosmulescu, S., Botu, M. (2013). Physical and chemical properties of some European plum cultivars (*Prunus domestica* L.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 41(2), 499–503. <https://doi.org/10.15835/nbha129354>
- Гребенникова, О. А., Полонская, А. К., Горина, В. М., Ежов, В. Н. (2007). Биохимическое обоснование перспективных направлений использования плодов алычи. *Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада*, 95, 69–74.
- Песчанская, В. А., Дубинина, Е. В., Крикунова, Л. Н., Трофимченко, В. А. (2020). Оценка биохимического состава плодов кизила как сырья для производства дистиллятов. *Пиво и напитки*, 1, 44–47. <https://doi.org/10.24411/2072-9650-2020-10009>
- Tenuta, M. C., Deguin, B., Loizzo, M. R., Cuyamendous, C., Bonesi, M., Sicari, V. et al. (2022). An overview of traditional uses, phytochemical compositions and biological activities of edible fruits of European and Asian *Cornus* species. *Foods*, 11(9), Article 1240. <https://doi.org/10.3390/foods11091240>
- Оганесянц, Л. А., Рейтблат, Б. Б., Песчанская, В. А., Дубинина, Е. В. (2012). Научные аспекты производства крепких спиртных напитков из плодового сырья. *Виноделие и виноградарство*, 1, 18–19.
- Оганесянц, Л. А., Песчанская, В. А., Алиева, Г. А., Дубинина, Е. В. (2013). Ресурсосберегающая технология дистиллята из вишневой мезги. *Пищевая промышленность*, 7, 29–31.
- Shrestha, S., Rahman, M. S., Qin, W. (2021). New insights in pectinase production development and industrial applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 105(24), 9069–9087. <https://doi.org/10.1007/s00253-021-11705-0>
- Garg, G., Singh, A., Kaur, A., Singh, R., Kaur, J., Mahajan, R. (2016). Microbial pectinases: An ecofriendly tool of nature for industries. *3Biotech*, 6(1), Article 47. <https://doi.org/10.1007/s13205-016-0371-4>

18. Spaho, N. (2017). Distillation techniques in the fruit spirits production. Chapter in a book: *Distillation – Innovative Applications and Modeling*. IntechOpen: London, UK, 2017.
19. Oganeyants, L. A., Panasyuk, A. L., Rejtlat, B. B. (2011). Theory and practice of fruit winemaking. Moscow: Industrial consulting group «Development», 2011. (In Russian)
20. Balcerek, M., Pielech-Przybylska, K., Dziekońska-Kubczak, U., Patelski, P., Różański, M. (2019). Effect of filtration on elimination of turbidity and changes in volatile compounds concentrations in plum distillates. *Journal of Food Science and Technology*, 56(4), 2049–2062. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03682-0>
21. Różański, M., Pielech-Przybylska, K., Balcerek, M. (2020). Influence of alcohol content and storage conditions on the physicochemical stability of spirit drinks. *Foods*, 9(9), Article 1264. <https://doi.org/10.3390/foods9091264>
22. Miljić, U. D., Puškaš, V. S., Vučurović, V. M., Razmovski, R. N. (2013). The application of sheet filters in treatment of fruit brandy after cold stabilization. *Acta Periodica Technologica*, 44, 87–94. <https://doi.org/10.2298/APT1344087M>
23. Bajer, T., Hill, M., Ventura, K., Bajerova, P. (2020). Authentication of fruit spirits using HS-SPME/GC-FID and OPLS methods. *Scientific Reports*, 10, Article 18965. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75939-0>
24. Stamenković, J., Stojanović, G. (2021). Gas-chromatographic analysis of volatile compounds in different types of commercial alcoholic beverages. *Chemia Naisensis*, 4(2), 15–24.
25. Filatova, M., Bechynska, K., Hajslova, J., Stupak, M. (2022). A comprehensive characterization of volatile profiles of plum brandies using gas chromatography coupled to high resolution mass spectrometry. *LWT*, 167(1), Article 113864. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113864>
26. Tabago, M. K. A. G., Calingacion, M. N., Garcia J. (2020). Recent advances in NMR-based metabolomics of alcoholic beverages. *Food Chemistry: Molecular Sciences*, 2, Article 100009. <https://doi.org/10.1016/j.fochms.2020.100009>
27. Winterová R., Mikulíková, R., Mazáč, J., Havelec, P. (2008). Assessment of the Authenticity of Fruit Spirits by Gas Chromatography and Stable Isotope Ratio Analyses. *Czech Journal of Food Sciences*, 26(5), 368–375. <https://doi.org/10.17221/1610-CJFS>
28. Oganeyants, L. A., Peschanskaya, V. A., Osipova, V. P., Dubinina, E. V., Alieva, G. A. (2013). Qualitative and quantitative composition of volatile components of fruit vodkas. *Winemaking and Viticulture*, 6, 22–24. (In Russian)
29. Galabova, M., Stoyanov, N., Mitev, P. (October 22–23, 2021). *Primary studies of the composition of distillate beverages produced from Sorbus Domestica fruits*. BIO Web of Conferences. 68th Scientific Conference with International Participation “FOOD SCIENCE, ENGINEERING AND TECHNOLOGY – 2021”. Plovdiv, Bulgaria. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20224501012>
30. Tešević, V., Nikićević, N., Milosavljević, S., Danica, B., Vajs, V., Vuckovic, I. et al. (2009). Characterization of volatile compounds of “Drenja”, an alcoholic beverage obtained from the fruits of Cornelian cherry. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 74(2), 117–128. <https://doi.org/10.2298/jsc0902117t>
31. Rosend, J., Kuldjäär, R., Rosenvald, S., Paalme, T. (2019). The effects of apple variety, ripening stage, and yeast strain on the volatile composition of apple cider. *Helion*, 5(6), Article e01953. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01953>
32. Pham, T. M., Sun, W., Bujna, E., Hoshcke, Á., Friedrich, L., Nguyen, Q. D. (2021). Optimization of fermentation conditions for production of Hungarian sour cherry spirit using response surface Methodology. *Fermentation*, 7, Article 209. <https://doi.org/10.3390/fermentation7040209>
33. Dimitrov, D., Yoncheva, T., Haygarov, V. (2016). Methanol content in grape and fruit brandies: a major indicator for authenticity and safety. *Ukrainian Food Journal*, 5(2), 237–247. <https://doi.org/10.24265/2304-974X-2016-5-2-3>
34. Botelho, G., Anjos, O., Estevinho, L. M., Caldeira, I. (2020). Methanol in grape derived, fruit and honey spirits: A critical review on source, quality control, and legal limits. *Processes*, 8, Article 1609. <https://doi.org/10.3390/pr8121609>
35. Krikunova, L. N., Dubinina, E. V. (2018). Methods for reducing the methanol content in distillates from vegetable raw materials. *Polzunovsky Vestnik*, 3, 19–24. <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2018.03.004> (In Russian)
36. Gawkowska, D., Cybulska, J., Zdunek, A. (2018). Structure-related gelling of pectins and linking with other natural compounds: A Review. *Polymers*, 10(7), Article 762. <https://doi.org/10.3390/polym10070762>
37. Khaytmetova, S. B., Turaev, A. S., Muhitdinov, B. I., Khalilova, G. A. (2021). Isolation and physicochemical characterization of pectin from nonconventional natural raw materials. *Khimiya Rastitel'noho Syr'ya*, 4, 75–82. <https://doi.org/10.14258/jcprm.2021048412> (In Russian)
38. Spaho, N., Dürr, P., Grba, S., Velagić-Habul, E., Blesić, M. (2013). Effects of distillation cut on the distribution of higher alcohols and esters in brandy produced from three plum varieties. *Journal of the Institute of Brewing*, 119(1), 48–56. <https://doi.org/10.1002/jib.62>
39. Zhang, Q.-A., Fan, X.-H., Zhao, W.-Q., Wang, X.-Y., Liu, H.-Z. (2013). Evolution of some physicochemical properties in *Cornus officinalis* wine during fermentation and storage. *European Food Research and Technology*, 237(5), 711–719. <https://doi.org/10.1007/s00217-013-2045-5>
40. Balanov, P. E., Smotraeva, I. V. (2016). Fermentation on pulp in the production of fruit and berry wine materials. *Izvesniya Saint-Petersburg State Agrarian University*, 45, 67–72. (In Russian)
41. Xia, Y., Ma, Y., Hou, L., Wang, J. (2017). Effect of solid or liquid fermentation state, yeast strain, fermentation temperature and time on the flavor content of Jujube (*Ziziphus jujuba*) brandy. *American Journal of Food Technology*, 12(1), 14–24. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.07.051>
42. Zhang, H., Woodams, E. E., Hang, Y. D. (2012). Factors affecting the methanol content and yield of plum brandy. *Journal of Food Science*, 77(4), T79–T82. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02587.x>
43. Kim, B. H., Park, S. K. (2017). Enhancement of volatile aromatic compounds in black raspberry wines via enzymatic treatment. *Journal of the Institute of Brewing*, 123(2), 277–283. <https://doi.org/10.1002/jib.412>
44. Kiseleva, T. F., Zajceva, I. S., Maslova, A. A. (2008). The effect of the degree of hydrolysis of pectin substances on the stability of juices. *Beer and Beverage*, 4, 42–44. (In Russian)
45. Oganeyants, L. A., Krikunova, L. N., Dubinina, E. V., Shvec, S. D. (2020). Evaluation of prospects for the use of fermentation activators in the technology of distillates from dogwood fruits. *Polzunovsky Vestnik*, 3, 24–30. <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2020.03.004> (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	AUTHOR INFORMATION
Принадлежность к организации	Affiliation
Крикунова Людмила Николаевна — доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник, отдел технологии крепких напитков, Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности 119021, Москва, ул. Россолимо, 7 Тел.: +7-910-465-95-88 E-mail: labcognac@mail.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7335-0453	Ludmila N. Krikunova , Doctor of Technical Sciences, Professor, Leading Researcher, Department of Spirits, All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Beverage and Wine Industry 7, Rossolimo str., 119021, Moscow, Russia Tel.: +7-910-465-95-88 E-mail: labcognac@mail.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7335-0453
Томгорова Светлана Михайловна — научный сотрудник, отдел технологии крепких напитков, Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности 119021, Москва, ул. Россолимо, 7 Тел.: +7-916-771-58-97 E-mail: tomgorovasm@gmail.com ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6913-9006 * автор для контактов	Svetlana M. Tomgorova , Researcher, Department of Spirits, All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Beverage and Wine Industry 7, Rossolimo str., 119021, Moscow, Russia Tel.: +7-916-771-58-97 E-mail: tomgorovasm@gmail.com ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6913-9006 * corresponding author
Захарова Варвара Александровна — младший научный сотрудник, отдел технологии крепких напитков, Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности 119021, Москва, ул. Россолимо, 7 Тел.: +7-499-246-66-12 E-mail: labcognac@mail.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1862-7410	Varvara A. Zaharova , Junior Research, Department of Spirits, All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Beverage and Wine Industry 7, Rossolimo str., 119021, Moscow, Russia Tel.: +7-499-246-66-12 E-mail: labcognac@mail.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1862-7410
Критерии авторства	Contribution
Авторы в равных долях имеют отношение к написанию рукописи и одинаково несут ответственность за плагиат.	Authors equally relevant to the writing of the manuscript, and equally responsible for plagiarism.
Конфликт интересов	Conflict of interest
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.	The authors declare no conflict of interest.