

DOI: <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-2-121-131>

Поступила 06.05.2022

Поступила после рецензирования 20.05.2022

Принята в печать 26.05.2022

© Крикунова Л. Н., Дубинина Е. В., Ульянова Е. В., Моисеева А. А., Томгорова С. М., 2022



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

Обзорная статья

Open access

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ФРУКТОВЫХ ДИСТИЛЛЯТОВ

Крикунова Л. Н., Дубинина Е. В.*, Ульянова Е. В., Моисеева А. А., Томгорова С. М.

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

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

фруктовые дистилляты,
плодовые водки,
идентификация, косточковое
сырье, биохимический состав,
пектиновые вещества,
ароматизующие летучие
компоненты

АННОТАЦИЯ

Качественные характеристики спиртных напитков на основе фруктовых дистиллятов формируются в основном за счет концентрации и соотношения ароматизующих летучих компонентов, часть из которых переходит в продукт из исходного сырья. Анализ данных по биохимическому составу отдельных видов косточкового сырья дает возможность научно обосновать режимные параметры отдельных стадий производства, а также позволяет выявлять случаи фальсификации. В данном обзоре рассматриваются вопросы, касающиеся поиска химических маркеров для плодовых водок, изготовленных на основе дистиллятов из сливы, алычи, вишни, черешни, абрикоса и персика. Приведены данные по содержанию редуцирующих сахаров, титруемой кислотности, свободных аминокислот, pH и по сахарокислотному индексу рассматриваемого фруктового сырья. Показаны значительные интервалы варьирования этих показателей в зависимости от вида сырья и региона культивирования. Рассмотрены вопросы оценки пектинового комплекса отдельных видов косточкового сырья. Представлена схема гидролиза пектиновых веществ фруктового сырья, проходящего на стадии его подготовки к дистилляции. Показана важная роль этого процесса в формировании качественных характеристик фруктовых дистиллятов и спиртных напитков на их основе (плодовых водок). Приведены данные по составу и концентрации ароматизующих летучих компонентов отдельных видов косточкового сырья. Представлены данные по основным физико-химическим характеристикам ароматизующих летучих компонентов, обнаруженных в рассматриваемых видах свежих фруктов, и способам их исследования. Дана обобщенная оценка технологических особенностей подготовки отдельных видов фруктового сырья к сбраживанию и дистилляции в зависимости от его биохимического состава. В целом анализ данных, представленных в настоящем обзоре, позволил сделать заключение о перспективности исследований, направленных на разработку идентификационных показателей фруктовых дистиллятов и плодовых водок с использованием первичных ароматизующих летучих компонентов сырья.

ФИНАНСИРОВАНИЕ: Работа выполнена в рамках выполнения исследований по государственному заданию FGUS-2022-0004 Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН.

Received 06.05.2022

Accepted in revised 20.05.2022

Accepted for publication 26.05.2022

© Krikunova L. N., Dubinina E. V., Uljanova E. V., Moiseeva A. A., Tomgorova S. M., 2022

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

Review article

Open access

SCIENTIFIC AND PRACTICAL ASPECTS OF ASSESSING THE BIOCHEMICAL COMPOSITION OF RAW MATERIALS FOR THE PRODUCTION OF FRUIT DISTILLATES

Ludmila N. Krikunova, Elena V. Dubinina*, Ekaterina V. Uljanova,
Aleksandra A. Moiseeva, Svetlana M. Tomgorova

All-Russian Scientific Research Institute of the Brewing, Non-Alcoholic and Wine Industry, Moscow, Russia

KEY WORDS:

fruit distillates, fruit vodkas,
identification, stone raw materials,
biochemical composition, pectin
substances, aroma-forming
volatile components

ABSTRACT

Quality characteristics of spirit drinks based on fruit distillates are formed mainly due to the concentration and the ratio of aroma-forming volatile components, part of which is transferred to a product from the initial raw materials. Analysis of data on the biochemical composition of the individual types of stone raw materials makes it possible to substantiate scientifically the regime parameters of the individual production stages and allows revealing adulteration. The present review considers questions concerning the search of chemical markers for fruit vodkas made on the basis of distillates from plum, cherry plum, cherry, sweet cherry, apricot and peach. The data are presented on the content of reducing sugars, titratable acidity, free amino acids, pH and sugar-acid index of the fruit raw materials under consideration. Significant variations of these indices depending on a raw material type and region of cultivation are shown. The questions of evaluation of the pectin complex in the individual types of stone raw materials are considered. The scheme of hydrolysis of pectin substances of fruit raw materials occurring at the stage of its preparation for distillation is presented. An important role of this process in formation of quality characteristics of fruit distillates and spirit drinks on their basis (fruit vodkas) is shown. The data on the composition and concentration of aroma-forming volatile components of individual types of stone raw materials are given. The data on the main physico-chemical characteristics of aroma-forming volatile components found in

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Крикунова, Л.Н., Дубинина, Е.В., Ульянова, Е.В., Моисеева, А.А., Томгорова, С.М. (2022). Научно-практические аспекты оценки биохимического состава сырья для производства фруктовых дистиллятов. *Пищевые системы*, 5(2), 121-131. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-2-121-131>

FOR CITATION: Krikunova, L.N., Dubinina, E.V., Uljanova, E.V., Moiseeva, A.A., Tomgorova, S.M. (2022). Scientific and practical aspects of assessing the biochemical composition of raw materials for the production of fruit distillates. *Food systems*, 5(2), 121-131. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-2-121-131>

the fresh fruit types under consideration and methods for their analysis are presented. The generalized estimation of technological peculiarities of preparation of individual types of fruit raw materials for fermentation and distillation depending on their biochemical composition is given. In general, analysis of the data presented in this review allowed making a conclusion about prospects of investigations aimed to the development of identification indices of fruit distillates and fruit vodkas using the primary aroma-forming volatile components of raw materials.

FUNDING: The article was published as part of the research topic No. FGUS-2022–0004 of the state assignment of the V. M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of RAS.

1. Введение

В настоящее время большой популярностью пользуются спиртные напитки — плодовые водки, к которым относится винодельческий продукт с объемной долей этилового спирта не менее 37,5%, изготовленный из одного или нескольких наименований плодовых дистиллятов, имеющих вкус и аромат используемого сырья. Популярность этого вида элитных спиртных напитков в европейских странах объясняется их высокими потребительскими свойствами — уникальным ароматом и вкусом, характерным для исходного сырья. Потребительские свойства напитков на основе фруктовых дистиллятов определяются их вкусоароматическим профилем и показателями безопасности, которые зависят от особенностей биохимического состава сырья, а также способов и режимных параметров его переработки [1–4]. Для производства таких дистиллятов в мировой практике используют широкий ассортимент фруктового сырья. На его биохимический состав, кроме физиологических особенностей вида, оказывают влияние различия природно-климатических условий произрастания.

В соответствии с действующими нормативными документами фруктовые дистилляты и все плодовые водки производят без добавления ароматизаторов и красителей. Наиболее часто используемые для производства плодовых водок фрукты — это сливы, абрикосы, вишни, груши и яблоки. В Российской Федерации такие напитки промышленно выпускаются в незначительных объемах, хотя отечественная сырьевая база весьма обширна — во всех регионах нашей страны можно найти сырье для их производства, в том числе дикорастущее [5–7].

В данном обзоре рассматриваются вопросы, касающиеся поиска химических маркеров для плодовых водок, изготовленных на основе дистиллятов из косточкового сырья — сливы, алычи, вишни, черешни, абрикоса и персика. Все эти фрукты объединяет то, что они являются плодами деревьев, принадлежащих к семейству розоцветных. Наиболее популярны сливовые водки, которые в основном производятся в Чехии, Польше, Словакии, Венгрии, Болгарии, Сербии и Румынии [8–10].

Органолептические свойства (аромат и вкус) плодовых водок в основном определяются составом и концентрацией летучих ароматобразующих соединений. Эти соединения условно можно разделить на следующие четыре группы в соответствии с последовательностью стадий технологического процесса: первичные — летучие вещества, переходящие из исходного сырья в готовый продукт в неизменном виде; вторичные — компоненты, образующиеся в процессе спиртового брожения; третичные — летучие соединения, образующиеся в процессе дистилляции; четвертичные — вещества, образующиеся в процессе выдержки или длительного хранения [11].

Углубленный анализ данных по оценке биохимического состава отдельных видов фруктового косточкового сырья с позиции их использования в технологии дистиллятов и напитков на их основе позволяет научно обосновать режимные параметры отдельных стадий производства, а также

выявлять случаи фальсификации. Именно данному направлению для оценки качественных характеристик косточкового сырья, культивируемого на территории Российской Федерации, посвящена настоящая статья.

2. Характеристика биохимического состава фруктового косточкового сырья

Основные показатели биохимического состава фруктового косточкового сырья, такие как содержание сахаров, титруемых кислот, а также пектиновых и фенольных веществ, достаточно хорошо изучены [12–21]. Согласно имеющимся данным, для таких видов, как слива, алыча, вишня, абрикос, персик, относящихся к роду *Prunus*, содержание редуцирующих сахаров варьируется в довольно широких пределах в зависимости от вида и региона произрастания (Таблица 1). Выявлено, что по массовой концентрации редуцирующих сахаров исследованное фруктовое сырье можно подразделить на две группы: с низким содержанием сахаров — до 100 г/дм³ (слива, алыча) и высоким — свыше 100 г/дм³ (абрикос). Персики и вишня занимают промежуточное положение.

Установлены также существенные отличия по массовой концентрации титруемых кислот в различных видах фруктового сырья. Данный показатель, во-первых, определяет выбор режимных параметров первичной переработки сырья. Во-вторых, влияет на процессы новообразования на стадиях сбраживания и дистилляции. Отличительной особенностью плодов персика, который культивируется преимущественно в южных регионах страны, по сравнению с другими видами косточкового сырья, является меньшее (0,7–0,9%) содержание органических кислот, чем в остальных косточковых плодах. В связи с этим вкус персиков слаще, чем, например, у абрикосов, содержащих больше сахаров и органических кислот.

Известно, что одним из основных показателей оценки технологических свойств фруктового сырья для производства дистиллятов является сахаро-кислотный индекс. Данный показатель для исследованных видов плодов варьировался в широких пределах.

Таблица 1. Сравнительная характеристика биохимического состава отдельных видов фруктового косточкового сырья [12–21]

Table 1. Comparative characteristics of the biochemical composition of the individual types of fruit stone raw materials [12–21]

Наименование сырья	Показатели				
	Массовая концентрация, г/дм ³			Сахаро-кислотный индекс	pH
	редуцирующих сахаров	титруемых кислот	суммы свободных аминокислот		
Слива	80,2–95,1	16,5–19,0	1,8–3,5	4,8–5,3	2,8–3,1
Алыча	55,4–75,3	20,5–23,0	1,1–1,8	2,3–2,7	2,5–3,0
Вишня	69,8–110,2	11,0–15,0	1,5–3,0	6,0–7,5	3,0–3,5
Абрикос	110,2–129,8	14,5–18,5	1,4–1,9	7,0–7,5	3,0–3,5
Персик	84,3–108,3	4,2–6,3	5,5–8,3	15,4–20,1	4,1–4,8

Максимальные значения сахаро-кислотного индекса имели плоды персика, минимальные — алыча и слива. Сахаро-кислотный индекс характеризует соотношение сахаров и кислот в сырье и позволяет выбрать определенные режимные параметры его подготовки к сбраживанию и дистилляции. Используемые для сбраживания фруктового сырья винные расы дрожжей адаптированы к низким значениям pH — на уровне 2,5–3,5. В результате ранее проведенных исследований установлено, что только при таком значении активной кислотности происходит наиболее интенсивный синтез ценных ароматобразующих компонентов — сложных эфиров высших жирных кислот [22–23]. Кроме того, следует учитывать, что процесс сбраживания фруктового сырья длительный (от 5 дней до месяца). Использование сернистого ангидрида в качестве консерванта в технологии фруктовых дистиллятов запрещено, т. к. его применение приводит к образованию меркаптановых соединений, снижающих органолептические характеристики продукта, а образующаяся сернистая кислота агрессивна для оборудования [24]. Поэтому для фруктового сырья с высоким сахаро-кислотным индексом требуется проводить дополнительное подкисление. Для фруктов с высокой титруемой кислотностью и низким сахаро-кислотным индексом проводят разбавление мезги или сула водой, что позволяет снизить негативное воздействие высокой кислотности на дрожжи [25].

По суммарному содержанию свободных аминокислот исследованные виды фруктового сырья также существенно отличаются. Максимальным содержанием свободных аминокислот характеризуются плоды персиков, а минимальным — плоды алычи. При этом интервал варьирования данного показателя зависел от вида сырья и изменялся в 1,4–2,1 раза.

3. Характеристика пектинового комплекса отдельных видов фруктового косточкового сырья

По сравнению с другими видами сырья (к примеру, с теми, которые используются для выработки зерновых дистиллятов, предназначенных к производству виски), фруктовое сырье содержит повышенное количество пектиновых веществ. К пектиновым веществам относят растворимый пектин (pectin) и протопектин (protopectin). Растворимый пектин — водорастворимое вещество, свободное от целлюлозы и состоящее из остатков полностью или частично метоксилированной полигалактуроновой кислоты. В зависимости от количества метоксильных групп и степени полимеризации существуют различные пектины. Н-пектин (H-pectin) — высокоэтерифицированный пектин, степень метоксилирования более 50% и L-пектин (L-pectin) — низко-

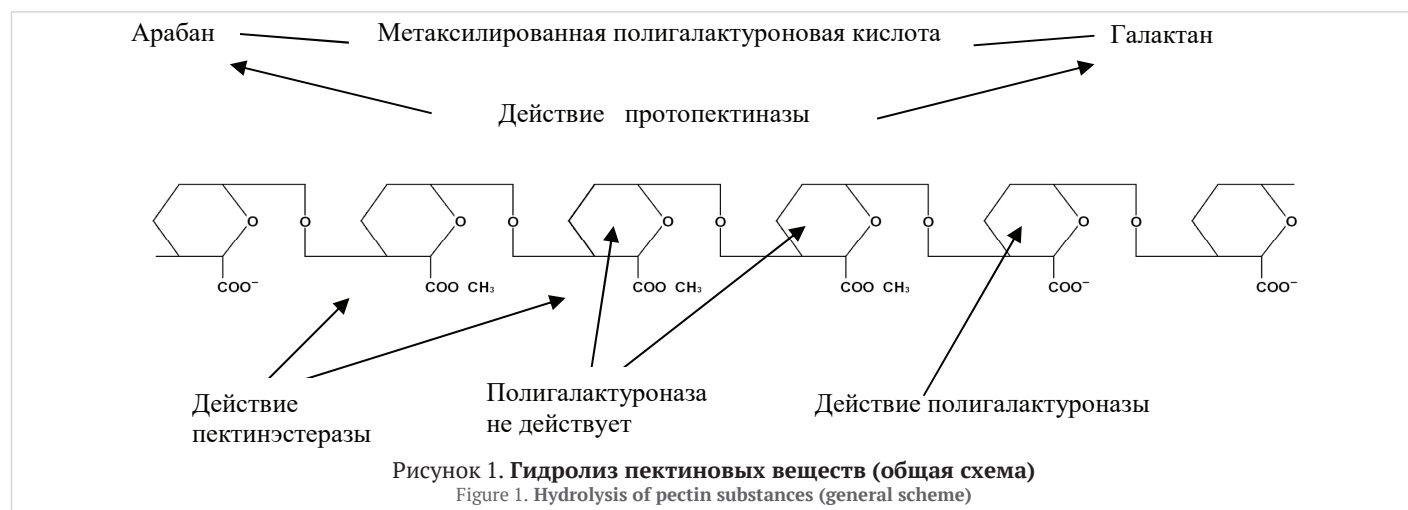
этерифицированный пектин, степень метоксилирования менее 50%. Протопектин — нерастворимый в воде природный пектин [26].

Пектиновые вещества в зависимости от содержания и характеристик затрудняют выход сока из плодов, тем самым влияя на процессы сбраживания и дистилляции. Одновременно они могут быть причиной ухудшения органолептических характеристик готового алкогольного продукта. Кроме того, как было установлено ранее, пектиновые вещества являются потенциальными источниками образования метанола.

Массовая концентрация пектиновых веществ в косточковом фруктовом сырье варьирует в пределах 0,2–1,6%. При этом максимальное суммарное содержание пектиновых веществ было ранее выявлено в образцах черешни и сливы, а минимальное — в вишне [27]. Кроме общего содержания пектиновых веществ в плодах, предназначенных для производства дистиллятов, принципиальным является соотношение растворимого пектина и протопектина, массовая доля 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 фруктовом дистилляте [28–31].

Анализ изучаемого сырья показал, что пектиновые вещества косточковых плодов характеризуются высоким соотношением содержания протопектина (ПП) к растворимому пектину (РП). Данный показатель варьирует в пределах 69–91%. Критерием оценки сырья для использования в технологии дистиллятов также является такой показатель, как содержание полигалактуроновой кислоты в пектине. Например, в вишне данный показатель находится в пределах 44,0–48,2%. По степени метоксилирования пектинов выявлены существенные отличия между плодами сливы, абрикосов и вишни. Плоды первых двух культур относятся к высокоэтерифицированному сырью (слива — 61–67%; абрикос — 64–68%), а вишня (около 40%) — к низкоэтерифицированному [32–37].

Пектиновые вещества в ходе технологического процесса получения дистиллята могут быть подвержены кислотному и/или ферментативному гидролизу. Ферменты, субстратами для которых являются пектиновые вещества сырья, подразделяются на две группы: пектолитические — гидролизующие пектиновые вещества с участием воды (гидролазы), и негидролитические — принадлежащие к классу лиаз. Общая схема гидролиза пектиновых веществ приведена на Рисунке 1 [38].



Полигалактуроназа делится на эндо- и экзо-фермент. Первый (эндо-ПГ) катализирует гидролиз α -1,4-гликозидных связей между неэтерифицированными остатками галактуроновой кислоты в различных пектиновых полисахаридах. Гидролиз происходит неупорядоченным способом, предпочтительно расщепляются внутренние связи полимеров. Экзополигалактуроназа (экзо-ПГ) катализирует расщепление конечных α -1,4-гликозидных связей между неэтерифицированными остатками галактуроновой кислоты в различных пектиновых полисахаридах с образованием моногалактуроновой кислоты.

Пектинэстераза катализирует гидролитическое расщепление метоксильных групп от растворимого пектина с образованием метилового спирта и полигалактуроновой кислоты.

Гидролиз протопектинового комплекса включает две стадии: расщепление связей между цепями макромолекул протопектина с другими компонентами клеточных стенок и гидролиз самих полимерных цепей протопектина с образованием продуктов гидролиза с различной молекулярной массой и растворимостью в воде.

В разрушении протопектина, по данным [39], принимают участие ферменты, эффективно гидролизующие структурные полисахариды растений, в основном целлюлозу и гемицеллюлозы. Их действие проявляется в разрушении внутренних связей в молекулах полисахаридов, например, β -1,4-гликозидных связей в молекулах целлюлозы.

На процесс гидролиза пектина сырья определяющее влияние оказывает его растворимость. Установлено [26,40], что растворимость пектина зависит от степени его полимери-

зации и степени этерификации. Этот показатель возрастает при повышении степени этерификации и уменьшении молекулярной массы. Из двух пектинов с разными молекулярными массами легче растворяется пектин с меньшей длиной цепи, но с большим количеством метоксильных групп. Пектины со степенью этерификации 66% хорошо растворимы, при 40% и менее — мало растворимы.

4. Ароматобразующие летучие компоненты фруктового сырья

Обобщенные данные по оценке литературных источников позволили дать представление об основных первичных ароматобразующих летучих компонентах, присутствующих в отдельных видах фруктового косточкового сырья. Эти вещества относятся к шести классам — это карбонильные соединения (высококипящие альдегиды и кетоны), сложные эфиры высших спиртов и карбоновых кислот, высшие и ароматические спирты, лактоны, терпены и летучие фенолы (Таблица 2).

4.1. Слива и алыча

Данные по идентификации и содержанию отдельных летучих компонентов плодов слив и алычи приведены в работах [14,15,43–45]. Все вышеперечисленные в Таблице 2 летучие компоненты являются характерными активными соединениями запаха в свежих плодах слив, поскольку их концентрации намного превышают пороговые значения восприятия запаха. При этом выявлено, что эфиры, безусловно, являлись преобладающими летучими веществами в сливе, внося свой вклад в создание ноток фруктового аромата.

Таблица 2. Ароматобразующие летучие компоненты косточкового фруктового сырья [8–9, 11, 41–42]
Table 2. Aroma-forming volatile components of stone fruit raw materials [8–9, 11, 41–42]

Классы летучих веществ	Наименование ароматобразующих летучих компонентов			
	Слива	Вишня	Абрикос	Персик
Альдегиды и кетоны	2-ноненаль, 2-деценаль, нонаналь, деканаль, 2-гексеналь, фенилацетальдегид, 2-гептеналь, октадеканаль	2-гексеналь, гексаналь, 2-пропанон, 3-гексеналь, нонаналь, геранилацетон, бензальдегид	β -циклоцитраль, гексаналь, гексен-2-аль, 6-метил-5-гептен-2-он	3-октанон, октаналь, нонаналь, 3,5-октадиен-2-он, 2-ноненаль
Эфиры	2-метилбутаноат, гексилацетат, этилбутаноат, изобутилацетат, бутилацетат, 3-гексенилацетат, пентилацетат, пропилацетат, 2-гексенилацетат, этилгептаноат, 3-гексенилгексаноат, этилпентаноат, гексил-2-метилбутаноат, изопентилгексаноат, октилацетат, этилгексаноат	этилкаприлат, метилкаприлат, этилкапринат, этиллауринат, этилмирилат, этилпальмиат, метилпальмиат, фенилэтилоктаноат	2-метилбутаноат, метилантранилат, этилацетат, гексилацетат, пропилацетат, этилбутаноат, гексилацетат, бутилацетат, 3-метил-1-бутанолацетат, 3-гексен-1-олацетат	гексилацетат, 3-гексенилацетат
Спирты	3-гексенол, 1-гексанол, 1-бутанол	2-гексен-1-ол, бензиловый спирт		1-пентанол, бензиловый спирт, 1-гептанол, 1-октен-3-ол
Лактоны	γ -додекалактон, γ -декалактон, δ -декалактон, γ -ноналактон		γ -декалактон, γ -додекалактон	γ -декалактон
Терпены	β -ионен, нерол, лимонен, мирцен, линалоол	линалоол, α -терпинеол, β -цитронеллол, нерол, гераниол, изогераниол	оцименол, лимонен, линалоол, β -ионен, ментон, β -мирцен, β -цис-оцимен	линалоол, β -ионен
Фенольные вещества	эвгенол	эвгенол	—	—

Авторами работы [15] было идентифицировано 58 сложных эфиров, что составляло 58,8% от общего количества соединений. Среди них бутилацетат (3,8 мг/кг), гексилацетат (3,4 мг/кг), пропилацетат (1,0 мг/кг), этилбутаноат (0,8 мг/кг), гексилгексаноат (7,2 мг/кг) были самыми многочисленными представителями этого класса. Эти соединения были обнаружены значительно выше их порогов восприятия запаха, за исключением гексилгексаноата. Несмотря на сравнительно невысокое содержание этилбутаноата по сравнению с другими эфирами, данное соединение играет очень важную в создании аромата европейской сливы.

Спирты содержались в концентрациях 3,7 мг/кг фруктов, что составляло 14,4% от общего количества определенных летучих соединений сливы [15]. Гексанол (1,7 мг/кг) был самым распространенным из одиннадцати извлеченных спиртов, и это соединение было обнаружено в концентрациях, намного превышающих порог восприятия его запаха.

Лактоны, такие как внутримолекулярные эфиры 4- и 5-гидроксикислот, были третьим доминирующим классом летучих соединений слив (10,2% от общего количества соединений). Среди них преобладал δ -декалактон (1,2 мг/кг). Лактоны, особенно γ -лактоны, являются важными ароматобразующими соединениями и, как правило, представляют собой дескрипторы фруктового запаха. Сообщалось [45–46] о присутствии γ -декалактона и γ -додекалактона в абрикосах и персиках.

Терпены составляли 1,5 мг/кг, что соответствовало 6,0% от общего количества летучих соединений сливы [15]. Линалоол и лимонен были доминирующими компонентами. Сообщалось, что монотерпены являются летучими компонентами фруктов, отвечающими за широкий спектр очень приятных ароматов.

Альдегиды и кетоны составляют 0,9 и 0,3 мг/кг соответственно, что в сумме составляет 4,9% от общего количества летучих соединений сливы [15]. Нонаналь (0,3 мг/кг) содержится в кожце сливы богатой восками и имеет душистый древесный аромат.

Кислоты, алканы и фенолы составляют 0,5, 0,4 и 0,04 мг/кг соответственно, что в сумме составляет 4% от общего состава, однако в концентрациях, превышающих порог восприятия запаха, был обнаружен только эвгенол. Интересно отметить, что эвгенол, как и другие ароматические соединения, имеет различный аромат в зависимости от его концентрации. Он обладает фруктовым ароматом при низких концентрациях и острым ароматом при более высоких концентрациях [45]. Алканы, вероятно, мало влияют на аромат, потому что они обычно имеют высокий порог восприятия запаха.

Также среди летучих соединений сливы был идентифицирован диэтилдисульфид (0,05 мг/кг), концентрация которого превышала порог восприятия запаха.

4.2. Вишня, черешня

Вопросам оценки технологических свойств плодов вишни и черешни, используемой в качестве сырья для производства фруктовых дистиллятов и напитков на их основе, посвящены работы отечественных и зарубежных ученых [47–49]. Так же, как при анализе летучих компонентов сливы, у вишни и черешни были выявлены типичные классы соединений: эфиры, спирты, лактоны, терпены (Таблица 2). Все перечисленные вещества, как и в случае анализа образцов сливы, являются ароматобразующими, поскольку их концентрации намного превышают пороговые значения восприятия запаха. Систематизированных данных по массовому распределению отдельных летучих соединений вишни по классам в литературе не обнаружено. Имеются лишь отдельные сведения.

Так, авторы работы [50] показали, что наиболее распространенным летучим соединением в свежих плодах вишни является 2-пропанон. Кроме того, в исследованных сортах вишни (Lapins, канадский гигант, Ferovia и Skeena) были также идентифицированы 2-гексеналь и ацетальдегид, по содержанию уступающие только 2-пропанону. К классу спиртов в вишне принадлежат 2-гексен-1-ол и бензиловый спирт. Данные спирты авторы рекомендовали использовать в качестве маркера, позволяющего различать сорта вишни.

В вишне выявлены также другие компоненты, влияющие на аромат данного вида плодов: метил-2-гидроксибензоат, 2-метил-1,3-бутадиен и D-лимонен [50,51]. Следует отметить, что сложные эфиры, являющиеся важными компонентами аромата фруктов, в том числе и вишни, обладают очень привлекательными запахами с низкими порогами их восприятия.

В другой работе [52] приведены данные по содержанию в плодах вишни таких соединений, как 2-гексеналь и гексаналь, представляющих собой карбонильные соединения. Они придают зеленоватые нотки свежим плодам вишни и по этой причине известны как «летучие вещества зеленых листьев» с низким порогом восприятия.

При анализе образцов черешни (сладкой вишни), из которой производят дистилляты в Европейских странах, было идентифицировано 50 летучих веществ (в работе [53] приводятся данные по 12 сортам). Преобладающими среди них были 2-гексенол, бензальдегид, гексаналь и 2-гексаналь. Данные соединения предложено использовать для разделения коммерческих и новых сортов вишни на различные подгруппы. Точно так же авторы работ [47,54–55] провели исследование по определению ароматобразующих соединений в ряде сортов черешни, произрастающих в Китае. Было идентифицировано 52 летучих вещества, среди которых присутствовали гексаналь, 2-гексеналь, 1-гексанол, 2-гексен-1-ол, бензальдегид, бензиловый спирт, этилацетат и этиловый эфир гексановой кислоты. Все перечисленные соединения являются характерными летучими ароматическими веществами плодов черешни, ответственными за зеленые, апельсиновые, миндальные и цветочные нотки. Многие из летучих соединений вишни, такие как цитронеллол, нерол, гераниол, γ -гераниол, изогераниол, изогераниол, 1,1,6-триметил-1, 2-дигидронафталин (ТДН), 1-(2,3,6-триметилфенил)бута-1,3-диен (ТПБ), совсем недавно были впервые идентифицированы в этих косточковых плодах [52].

4.3. Абрикосы

При оценке качественного и количественного состава летучих компонентов плодов абрикосов были идентифицированы 23 летучих соединения [45–46]. Среди них 10 соединений (этилацетат, гексилацетат, лимонен, β -циклоцитраль, γ -декалактон, 6-метил-5-гептен-2-он, линалоол, β -ионон, ментон и гексен-2-аль), признанных ответственными за ароматические ноты, связанные с ароматом абрикоса. Их предложено рассматривать как молекулярные индикаторы ароматического качества абрикоса и использовать в качестве маркеров отдельных сортов абрикоса.

При анализе 14 основных китайских сортов абрикоса было идентифицировано 208 летучих веществ, в том числе 80 сложных эфиров, 25 альдегидов, 15 терпенов, 21 кетон, 39 спиртов, 27 олефинов и 1 кислота [46]. Соединения пропилацетат, 3-метил-1-бутанолацетат, 3-гексен-1-олацетат, d-лимонен, β -линалоол, гексаналь, гексилацетат, бутилацетат, β -мирцен, этилбутаноат и β -цис-оцимен были основными соединениями, ответственными за аромат у данных сортов. Результаты исследований показали, что отдельные

сорта характеризовались высоким уровнем сложных эфиров, другие накапливали больше терпенов и обладали более сильным цветочным ароматом. Также были обнаружены сорта абрикосов с высоким уровнем концентрации спиртов и альдегидов, отличавшиеся зеленым ароматом [45].

4.4. Персики

По данным, приведенным в работах [56–57], уникальный аромат персика обусловлен сотнями летучих соединений, образующихся на этапах созревания. Эти летучие соединения в основном состоят из спиртов, сложных эфиров, лактонов, альдегидов, кетонов и терпеноидов. Каждое летучее соединение имеет свои собственные запаховые ноты, и их различные комбинации способствуют неповторимому вкусу и аромату этих фруктов. Однако не все летучие соединения отвечают за общий аромат персика. Обонятельное воздействие этих соединений зависит от того, превышают ли их концентрации порог восприятия запаха. Авторы работы [56] провели сравнение ароматических характеристик персика с белой мякотью и персика с желтой мякотью на основе значения активности запаха и характеристик запаха. Выявлен значительный вклад 26 обонятельно-активных соединений в их аромат. Среди них 15 соединений не показали различий в концентрации и способствовали появлению фруктовых, цветочных, сладких и т. д. запахов обоих видов персиков; 2-нонаналь, 1-пентанол и стирол показали значительно более высокие концентрации в персиках с белой мякотью. Данные соединения давали гораздо более сильные сивушные и бальзамические запахи. Аналогично, 3-гексенилацетат, октаналь, нонаналь и 3,5-октадиен-2-он показали значительно более высокие концентрации в персиках с желтой мякотью. Они давали гораздо более сильный банановый, цитрусовый и медовый ароматы; кроме того, бензиловый спирт, 1-гептанол, 1-октен-3-ол и 3-октанон с древесным, земляным, грибным и лавандовым оттенками были обнаружены исключительно в персиках с белой мякотью, делая их аромат уникальным. Отдельные сложные эфиры, такие как гексилацетат и 3-гексенилацетат, вносят свой вклад в создание ноток фруктового запаха, а γ -декалактон считается одним из наиболее важных летучих соединений плодов персика [56]. При этом установлено, что концентрации летучих эфиров и лактонов увеличиваются по мере созревания плодов. Летучие терпеновые соединения, по данным [57], создают сладкие и цветочные ноты, в которых линалоол и β -ионон считаются основными ароматическими соединениями зрелых плодов. Альдегиды и летучие спирты, которые обуславливают травянистые оттенки аромата, являются основными ароматобразующими соединениями в незрелых фруктах.

В целом, суммарное содержание ароматобразующих соединений косточковых плодов, независимо от вида, варьирует в пределах 10–100 мг на килограмм свежих фруктов. Столь низкое содержание данных компонентов в сырье представляет значительные трудности для их идентификации и количественного определения в готовой алкогольной продукции, что требует использования специальных довольно трудоемких приемов пробоподготовки [57].

5. Характеристика отдельных первичных ароматобразующих компонентов фруктового сырья

Некоторые характеристики наиболее распространенных летучих компонентов, принадлежащих к различным классам и присутствующих в ароматах всех косточковых плодов в концентрациях, которые превышают пороги восприятия их запахов, приведены в Таблице 3.

Таблица 3. Характеристика отдельных ароматобразующих летучих компонентов фруктового косточкового сырья [15, 58–59]

Table 3. Characteristics of individual aroma-forming volatile components of fruit stone raw materials [15, 58–59]

Группа веществ	Наименование компонента	Молекулярная масса, г/моль	Температура кипения, °C	Показатель преломления
Эфиры	Пропилацетат	102,13	102	1,383
	Бутилацетат	116,16	126	1,395
	Изобутилацетат	116,16	116–118	1,389–1,391
	Гексилацетат	144,21	338	1,409
Спирты	Гексанол	102,18	157	1,418
	Октанол	130,23	195	1,428–1,431
	Гексадеканол	242,44	210	1,428
	Октадеканол	270,49	210	1,457
Альдегиды	Гексаналь	100,16	129	1,4035
	Гептаналь	114,18	153	1,3877–1,3879
	Нонаналь	142,24	195	1,4245
	Декааналь	156,2	207	1,427–1,430
Терпены	D-лимонен*	136,24	175,5–176,5	1,4720
	L-лимонен*	136,24	175,5–176,5	1,4717
Лактоны	γ -декалактон	170,252	281	1,449
	δ -декалактон	170,252	117–120	1,458

D-лимонен и L-лимонен — оптические изомеры

Молекулярная масса и температура кипения — показатели, позволяющие идентифицировать летучий компонент при хроматографических методах анализа. Различия в температуре кипения дают основания охарактеризовать поведение летучего компонента при дистилляции. Минимальная температура кипения (к примеру, у пропилацетата, равная 102 °C) позволяет с большой долей вероятности отнести такие вещества к примесям, переходящим в среднюю фракцию. Летучие компоненты с более высокой температурой кипения (свыше 150 °C), скорее всего, будут переходить в хвостовую фракцию или оставаться в барде. Такое различие позволяет выдвинуть гипотезу о возможности оценки первичных ароматических летучих компонентов, переходящих из исходного сырья, либо, напротив, теряющихся в процессе фракционированной дистилляции. На практике для обогащения фруктового дистиллята такими труднолетучими ароматобразующими компонентами используют такой технологический прием, как добавление хвостовой фракции от предыдущей дистилляции к последующей партии сброженного сырья.

Различия в значениях молекулярной массы и температуры кипения, связанных с летучестью данных ароматобразующих соединений, позволяют их разделить и количественно определить в составе сложной смеси с использованием хроматографических методов анализа. Наиболее часто для этих целей используют сочетание газовой хроматографии с масс-спектрометрией [8–10].

Показатель преломления (индекс) — безразмерная физическая величина, характеризующая различие фазовых скоростей света в двух средах. Значение абсолютного показателя преломления зависит от состава и строения вещества, его агрегатного состояния, температуры, давления и так далее. При нормальных условиях данный показатель является индивидуальной характеристикой вещества и позволяет оценить чистоту выделенного ароматического компонента. Для веществ, принадлежащих к одному гомологическому ряду, показатель преломления с увеличением молекулярной

массы увеличивается. Для двух терпеновых соединений, D-лимонена и L-лимонена, являющихся оптическими изомерами, все характеристики, включая показатели преломления, одинаковы. Для их разделения и количественного определения необходимо использовать специальные хиральные хроматографические колонки.

6. Технологические особенности подготовки отдельных видов фруктового сырья к сбраживанию и дистилляции

Первичные ароматобразующие вещества плодов фруктов присутствуют в сырье преимущественно в связанном состоянии внутри клеточных оболочек. С целью повышения их концентрации на стадии первичной подготовки сырья можно использовать различные способы обработки мезги — тепловое воздействие [60], мацерацию [60,61], деструкцию высокомолекулярных полимеров сырья в присутствии микробных ферментных препаратов [60,62].

Все виды плодового косточкового сырья, рассматриваемого в данном обзоре, — абрикосы, сливы, вишня, персик — как показано выше, отличаются высоким содержанием пектиновых веществ, которые снижают выход сока из этих плодов и затрудняют процесс высвобождения ароматобразующих компонентов. С целью преодоления этих технологических трудностей при переработке плодов используют комплексные ферментные препараты пектолитического действия, позволяющие разрушить пектиновые вещества клеточных структур плодовой мезги, что способствует увеличению выхода сока и повышению ароматичности. Данный технологический прием, имея отмеченные преимущества, приводит к переводу протопектина фруктового сырья в растворимое состояние, увеличивая риск повышения концентрации метанола — одного из самых токсичных летучих компонентов фруктовых дистиллятов и напитков на их основе. Ранее было отмечено, что пектиновые вещества, в зависимости от их характеристик (растворимость, степень метоксилирования и т. д.), могут служить потенциальными источниками образования метанола на стадии сбраживания. Кроме того, при выборе технологических режимов переработки отдельных видов фруктового сырья целесообразно учитывать его собственный ферментный комплекс (активность полигалактуроназы, пектинэстеразы). Такой научный подход позволяет прогнозировать эффективность переработки сырья и концентрацию метанола. К примеру, авторы работы [60] установили, что сбраживание абрикосовой мезги, в отличие от использования в качестве сырья сока из абрикосов, приводят к повышению концентрации метанола более чем в 2,5 раза. В то же время последний вариант

(сбраживание сока) дает дистиллят со слабо выраженным ароматом абрикосов и простым вкусом. Авторы рекомендуют для обработки этого вида плодов дробное брожение, предусматривающее частичное подбраживание сока на мезге, отделение мезги и дображивание сока без мезги. В целом, метанол практически всегда обнаруживается во всех образцах фруктовых дистиллятов, что является подтверждением их природного происхождения [63].

Следует отметить, что в импортных плодовых водках часто регистрируются довольно высокие концентрации метанола, значительно превышающие этот показатель для плодовых водок отечественного производства, указанный в ГОСТ Р 52135–2003 «Плодовые водки. Общие технические условия» — не более 3,5 г/дм³ безводного спирта. Например, по данным авторов [64], концентрация метанола в исследованных ими образцах фруктовых бренди варьировала от 932 мг/дм³ до 12053 мг/дм³, что практически соответствует нормам для напитков из абрикосов (максимально допустимая концентрация — 12 г/дм³). Концентрация метанола в плодовых водках в первую очередь определяется содержанием пектиновых веществ в исходном сырье. Кроме того, величина данного показателя зависит от технологических особенностей переработки фруктов. По количественному содержанию метанола в плодовой водке (фруктовом бренди) можно дать оценку подлинности продукта и определить возможную фальсификацию, например, выявить добавление спирта-ректификата или подсахаривание мезги, а также использование более дешевого зернового сырья.

7. Заключение

В целом, анализ данных, представленных в настоящем обзоре, позволил установить основные, научно обоснованные факторы, определяющие технологические особенности первичной переработки различных видов фруктового косточкового сырья. Показана роль пектиновых веществ исходного сырья в формировании качественных характеристик дистиллятов и плодовых водок. Дана оценка состава и концентрации первичных ароматобразующих летучих компонентов в отдельных видах косточковых плодов. Рассмотрены их основные физические характеристики, включая температуру кипения и показатель преломления, позволяющие проводить их разделение и идентификацию. Приведенные в обзоре данные позволили сделать заключение о перспективности исследований, направленных на изучение возможности использования первичных ароматических веществ фруктового косточкового сырья в качестве идентификационных показателей фруктовых дистиллятов и плодовых водок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Balcerek, M., Pielech-Przybylska, K., Patelski, P., Dziekońska-Kubczak, U., Strąk, E. (2017). The effect of distillation conditions and alcohol content in “heart” fractions on the concentration of aroma volatiles and undesirable compounds in plum brandies. *Journal of the Institute of Brewing*, 123(3), 452–463. <https://doi.org/10.1002/jib.441>
- Rodríguez-Bencomo, J. J., Pérez-Correa, J. R., Orriols, I., López, F. (2016). Spirit distillation strategies for aroma improvement using column reflux. *Food and Bioprocess Technology*, 9(11), 1885–1892. <https://doi.org/10.1007/s11947-016-1776-0>
- Vyviurska, O., Zvršková, H., Špáňik, I. (2017). Distribution of enantiomers of volatile organic compounds in selected fruit distillates. *Chirality*, 29(1), 14–18. <https://doi.org/10.1002/chir.22669>
- Agalarov, R., Ragimov, R., Gasanov, R. (2017). Characterization of traditional fruit brandy produced in Azerbaijan. *Advances in Biology and Earth Sciences*, 2(3), 263–270.
- Раджабов, А.К., Попов А. Е., Воскобойников, Ю.В., Фесютин, И.А. (2021). К вопросу о подборе и размещении сортов яблони для расщивания в товарных садах в средней зоне плодводства России. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*, 2, 5–13. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2021-2-5-13>
- Мельников, А.Б., Михайлушкин, П.В., Ищенко, Н.В. (2020). Роль продукции садоводства в обеспечении продовольственной безопасности России. *Международный сельскохозяйственный журнал*, 6(378), 8–10. <https://doi.org/10.24411/2587-6740-2020-16105>
- Куликов, И.М., Минаков, И.А. (2018). Приоритетные направления развития садоводства в условиях импортозамещения и формирования экспортоориентированной экономики. *Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве*, 9(42), 30–36. <https://doi.org/10.33938/189-30>
- Coldea, T. E., Socaci, C., Moldovan, Z., Mudura, E. (2014). Minor volatile compounds in traditional homemade fruit brandies from Transylvania-Romania, as determined by GC–MS analysis. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 42(2), 530–537. <https://doi.org/10.1583/nbha4229607>
- Bajer, T., Hill, M., Ventura, K., Bajero, P. (2020). Authentication of fruit spirits using HS-SPME/GC-FID and OPLS methods. *Scientific Reports*, 10(1), Article 18965. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75939-0>

10. Cvetković, D., Stojiljković, P., Zvezdanović, J., Stanojević, J., Stanojević, L., Karabegović, I. (2020). The identification of volatile aroma compounds from local fruit based spirits using a headspace solid-phase microextraction technique coupled with the gas chromatography-mass spectrometry. *Advanced Technologies*, 9(2), 19–28. <https://doi.org/10.5937/savtneh2002019c>
11. Tešević, V., Nikicevic, N., Jovanovic, A., Djokovic, D., Vujisic, L., Vuckovic, I. et al. (2005). Volatile components from old plum brandies. *Food Technology and Biotechnology*, 43(4), 367–372.
12. Абиляфазова, Ю.С. (2017). Биохимическая оценка плодов персика в условиях черноморского побережья Краснодарского края. *Новые технологии*, 3, 64–68.
13. Абиляфазова, Ю.С. (2021). Биохимический состав плодов персика в субтропиках России. *Садоводство и виноградарство*, 2, 19–23. <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2021-2-19-23>
14. Попова, А.Ю. (2014). Оценка потребительских свойств и биохимического состава сортов сливы коллекции ВНИИГиСПР им. И. В. Мичурина. *Плодоводство и ягодоводство России*, 39, 181–184.
15. Pino, J.A., Quijano, C.E. (2012). Study of the volatile compounds from plum (*Prunus domestica* L. cv. Horvin) and estimation of their contribution to the fruit aroma. *Food Science and Technology (Campinas)*, 32(1), 76–83. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612012005000006>
16. Чалая, Л.Д., Причко, Т.Г. (2015). Химические изменения биологически активных веществ при хранении плодов абрикоса (*Armeniaca Vulgaris* Lam.): сортовые особенности. *Сельскохозяйственная биология*, 50(5), 620–627. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2015.5.620rus>
17. Борзых, Н.В., Жбанова, Е.В., Богданов, Е.Р., Кружков, А.В. (2020). Оценка сортов сливы и вишни по некоторым химико-технологическим показателям плодов. *Селекция и сорторазведение садовых культур*, 7(1–2), 30–33. <https://doi.org/10.24411/2500-0454-2020-11208>
18. Wang, H., Ma, Y., Li, M., Shi, L., Zhang, S., Wang, W. et al. (2018). Volatiles of ripe fruit *Prunus salicina* L. cv. Friar as determined by gas chromatography-mass spectrophotometry as developed during cold storage. *International Journal of Food Properties*, 21(1), 2622–2631 <https://doi.org/10.1080/10942912.2018.1536149>
19. Bianchia, T., Weesepoel, Y., Koot, A., Iglesias, I., Eduardo, I., Gratacós-Cubarsí, M. et al. (2017). Investigation of the aroma of commercial peach (*Prunus persica* L. Batsch) types by Proton Transfer Reaction–Mass Spectrometry (PTR-MS) and sensory analysis. *Food Research International*, 99, 133–146. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.05.007>
20. Макашкина, М.А., Павел, А.Р., Ветрова, О.А. (2020). Изучение биохимического состава плодов во ВНИИСПК. *Селекция и сорторазведение садовых культур*, 7(1–2), 99–102. <https://doi.org/10.24411/2500-0454-2020-11225>
21. Дубинина, Е.В., Крикунова, Л.Н., Песчанская, В.А., Тришканева, М.В. (2021). Научные аспекты разработки идентификационных критериев дистиллятов из фруктового сырья. *Техника и технология пищевых производств*, 51(3), 480–491. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-3-480-491>
22. Fariña, L., Medina, K., Urruty, M., Urruty, M., Dellacassa, E., Carrau, F. (2012). Redox effect on volatile compound formation in wine during fermentation by *Saccharomyces cerevisiae*. *Food Chemistry*, 134(2), 933–944. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.02.209>
23. Saerens, S.M.G., Delvaux, F., Verstrepen, K.J., Van Dijck, P., Thevelein, J.M., Delvaux, F. R. (2008). Parameters Affecting Ethyl Esters Production by *Saccharomyces cerevisiae* during Fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*, 74(2), 454–461. <https://doi.org/10.1128/AEM.01616-07>
24. Оганесянц, Л. А., Панасюк, А. Л., Рейтблат, Б. Б. (2011). Теория и практика плодового виноделия. Москва: Развитие, 2011.
25. Дубинина Е. В., Крикунова Л. Н., Трофимченко В. А., Томгорова, С. М. (2020). Сравнительная оценка способов сбраживания кизила при производстве дистиллятов. *Пиво и напитки*, 2, 45–49. <https://doi.org/10.24411/2072-9650-2020-10020>
26. Донченко, Л.В., Фирсов, Г.Г. (2007). Пектин: основные свойства, производство и применение. Москва: ДеЛи принт, 2007.
27. Созаева, Д.Р., Джабоева, А.С., Шаова, Л.Г., Цагоева, О.К. (2016). Содержание пектинов в различных видах плодовых культур и их физико-химические свойства. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*, 2(68), 170–174. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-2-170-174>
28. Ovodov, Yu.S. (2009). Current views on pectin substances. *Russian Journal of Bioorganic Chemistry*, 35(3), 269–284.
29. Patova, O.A., Golovchenko, V.V., Ovodov, Y.S. (2014). Pectic polysaccharides: structure and properties. *Russian Chemical Bulletin*, 63(9), 1901–1924. <https://doi.org/10.1007/s11172-014-0681-9>
30. Бодякина, И.М., Багрянцев, В.А., Котов, В.В., Лукин, А.Л. (2012). Потенциометрическое определение состава и степени этерификации молекул пектина. *Вестник Воронежского государственного университета, серия: Химия. Биология. Фармация*, 2, 9–13.
31. Lurie, S., Zhou, H.-W., Lers, A., Sonogo, L., Alexandrov, S., Shomer, I. (2003). Study of pectin esterase and changes in pectin methylation during normal and abnormal peach ripening. *Physiologia Plantarum*, 119(2), 287–294. <https://doi.org/10.1034/j.1399-3054.2003.00178.x>
32. Тры, А. В. (2015). Химическая характеристика пектина, выделенного из растительного сырья. *Приволжский научный вестник*, 2, 8–10.
33. 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>
34. Хайтметова, С.Б., Тураев, А.С., Мухитдинов, Б.И., Халилова, Г.А. (2021). Выделение и физико-химические характеристики пектина из нетрадиционного природного сырья. *Химия растительного сырья*, 4, 75–82. <https://doi.org/10.14258/jcpm.2021048412>
35. Mohnen, D. (2008). Pectin structure and biosynthesis. *Current Opinion in Plant Biology*, 11(3), 266–277. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2008.03.006>
36. Freitas, C.M.P., Coimbra, J.S.R., Souza, V.G.L., Sousa, R.C.S. (2021). Structure and applications of pectin in food, biomedical, and pharmaceutical industry: A Review. *Coatings*, 11, Article 922. <https://doi.org/10.3390/coatings11080922>
37. Крикунова, Л.Н., Дубинина, Е.В. (2018). Способы снижения содержания метанола в дистиллятах из растительного сырья. *Ползуновский вестник*, 3, 19–24.
38. Бутова, С.Н. (2004). Биотехнологическая деградация отходов растительного сырья. Москва: Типография Россельхозакадемии, 2004.
39. Rodionova, N.A., Bezborodov, A.M. (1997). Localization of enzyme systems that degrade cell wall polysaccharides in higher plants: pectinases (Review). *Applied Biochemistry and Microbiology*, 33(5), 415–432.
40. Canton, M., Drincovich, M.F., Lara, M. V., Vizzotto, G., Robert, P. W., Famiani, F. et al. (2020). Metabolism of stone fruits: Reciprocal contribution between primary metabolism and cell wall. *Frontiers in Plant Science*, 11, Article 1054. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01054>
41. Причко, Т.Г., Чалая, Л.Д., Смелик, Т. Л. Содержание ароматических веществ в концентрированных соках из плодов яблоны и вишни. Электронный ресурс <https://fh.kubstu.ru/juk/issues/issue09/st0907.pdf> Дата доступа 15.04.2022
42. Салина, Е.С., Левгерова, Н.В., Сидорова, И.А. (2018). Технологическая характеристика новых сортов вишни селекции ВНИИСПК для производства сока. *Современное садоводство*, 2(26), 22–27. <https://doi.org/10.24411/2312-6701-2018-10204>
43. Оганесянц, Л. А., Песчанская, В.А., Дубинина, Е.В., Алиева, Г.А. (2013). Качественный и количественный состав летучих компонентов плодовых водок. *Виноделие и виноградарство*, 6, 22–24.
44. Nunes, C., Coimbra, M.A., Saraiva, J., Rocha, S.M. (2008). Study of the volatile components of a candied plum and estimation of their contribution to the aroma. *Food Chemistry*, 111(4), 897–905. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.05.003>
45. Śliwińska, M., Wiśniewska, P., Dymerski, T., Wardencki, W., Namieśnik J. (2015). The flavour of fruit spirits and fruit liqueurs: A review. *Flavour and Fragrance Journal*, 30(3), 197–207. <https://doi.org/10.1002/ffj.3237>
46. Guillot, S., Peytavi, L., Bureau, S., Lepoutre, J.-P., Crouzet, J. et al. (2006). Aroma characterization of various apricot varieties using headspace — solid phase microextraction combined with gas chromatography — mass spectrometry and gas chromatography — olfactometry. *Food Chemistry*, 96(1), 147–155. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.04.016>
47. Оганесянц, Л.А., Песчанская, В.А., Алиева, Г.А., Дубинина, Е.В. (2013). Ресурсосберегающая технология дистиллята из вишневой мезги. *Пищевая промышленность*, 7, 29–31.
48. Feng, J.-R., Xi, W.-P., Li, W.-H., Liu, H.-N, Liu, X.-F., Lu, X.-Y. (2015). Volatile characterization of major apricot cultivars of Southern Xinjiang Region of China. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 140(5), 466–471. <https://doi.org/10.21273/jashs.140.5.466>
49. Zhang, X., Jiang, Y. M., Peng, F. T., He, N. B., Li, Y. J., Zhao, D. C. (2007). Changes of aroma components in Hongdeng sweet cherry during fruit development. *Agricultural Science in China*, 6, 1376–1382. [https://doi.org/10.1016/S1671-2927\(07\)60186-2](https://doi.org/10.1016/S1671-2927(07)60186-2)
50. Bernálte, D. M., Hernandez, M. T., Vidal-Aragon, M. C., Sabio, E. (1999). Physical, chemical, flavor and sensory characteristics of two sweet cherry varieties grown in 'Valle del Jerte' (Spain). *Journal of Food Quality*, 22(4), 403–416. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.1999.tb00173.x>
51. Vavoura, A. V., Badeka, A. V., Kontakos, S., Kontominas, M. G. (2015). Characterization of four popular sweet cherry cultivars grown in greece by volatile compound and physicochemical data analysis and sensory evaluation. *Molecules*, 20(2), 1922–1940. <https://doi.org/10.3390/molecules20021922>
52. Serradilla, M.J., Martín, A., Ruiz-Moyano, S., Hernández, A., López-Corrales, M., Córdoba, M.D.G. (2012). Physicochemical and sensorial characterization of four sweet cherry cultivars grown in Jerte Valley (Spain). *Food Chemistry*, 133, 1551–1559. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.02.048>
53. Matsui, K. (2006). Green leaf volatiles: hydroperoxide lyase pathway of oxylipin metabolism. *Journal of Current Opinion in Plant Biology*, 9(3), 274–80. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2006.03.002>
54. Girard, B., Kopp, T. C. (1998). Physico-chemical characteristics of selected sweet cherry cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(2), 471–476. <https://doi.org/10.1021/jf970646j>
55. Sun, S. Y., Jiang, W. G., Zhao, Y. P. (2010). Characterization of the aroma-active compounds in five sweet cherry cultivars grown in Yantai (China). *Flavour and Fragrance Journal*, 25(4), 206–213. <https://doi.org/10.1002/ffj.1994>
56. Zhu, J., Xiao, Z. (2019). Characterization of the key aroma compounds in peach by gas chromatography — olfactometry, quantitative measurements and sensory analysis. *European Food Research and Technology*, 245(1), 129–141. <https://doi.org/10.1007/s00217-018-3145-x>

57. Liu, W., Zhang, Y., Ma, R., Yu, M. (2022). Comparison of aroma trait of the white-fleshed peach 'Hu Jing Mi Lu' and the yellow-fleshed peach 'Jin Yuan' based on odor activity value and odor characteristics. *Horticulturae*, 8(3), Article 245. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8030245>
58. Wen, Y.-Q., He, F., Zhu, B.-Q., Lan, Y.-B., Pan, Q.-H., Li, C.-Y., Reeves, M.J. et al. (2014). Free and glycosidically bound aroma compounds in cherry (*Prunus avium* L.). *Food Chemistry*, 152, 29–36. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.11.092>
59. Malaman, F. S., Moraes, L. A. B., West, C., Ferreira, J., Oliveira, A. L. (2011). Supercritical fluid extracts from the Brazilian cherry (*Eugenia uniflora* L.): Relationship between the extracted compounds and the characteristic flavour intensity of the fruit. *Food Chemistry*, 124(1), 85–92. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.05.109>
60. Восканян, О. С., Фаизова, Д. В., Жирова, В. В., Загоруйко, А. В. (2019). Влияние способа обработки сырья на показатели абрикосового сока для приготовления плодовой водки. *Вопросы науки: инноватика, техника и технологии*, 1, 135–138.
61. Крикунова, Л.Н., Дубинина, Е.В. (2018, 23–28 февраля). Способ повышения эффективности производства вишневого дистиллята. В сборнике: Материалы конференций ГИИИ «Нацразвитие», Санкт-Петербург, Российская Федерация, 67–70.
62. Chauhan, S.K., Tyagi, S.M., Singh, D. (2001). Pectinolytic liquefaction of apricot, plum, and mango pulps for juice extraction. *International Journal of Food Properties*, 4(1), 103–109. <https://doi.org/10.1081/IJFP-100002190>
63. Wiśniewska, P., Śliwińska, M., Dymerski, T., Wardencki, W., Namieśnik, J. (2016). The analysis of raw spirits — A review of methodology. *Journal of the Institute of Brewing*, 122(1), 5–10. <https://doi.org/10.1002/jib.288>
64. 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>

REFERENCES

1. Balcerek, M., Pielech-Przybylska, K., Patelski, P., Dziekońska-Kubczak, U., Strąk, E. (2017). The effect of distillation conditions and alcohol content in "heart" fractions on the concentration of aroma volatiles and undesirable compounds in plum brandies. *Journal of the Institute of Brewing*, 123(3), 452–463. <https://doi.org/10.1002/jib.441>
2. Rodríguez-Bencomo, J. J., Pérez-Correa, J. R., Orriols, I., López, F. (2016). Spirit distillation strategies for aroma improvement using column reflux. *Food and Bioprocess Technology*, 9(11), 1885–1892. <https://doi.org/10.1007/s11947-016-1776-0>
3. Vyvurska, O., Zvršková, H., Španík, I. (2017). Distribution of enantiomers of volatile organic compounds in selected fruit distillates. *Chirality*, 29(1), 14–18. <https://doi.org/10.1002/chir.22669>
4. Agalarov, R., Ragimov, R., Gasanov, R. (2017). Characterization of traditional fruit brandy produced in Azerbaijan. *Advances in Biology and Earth Sciences*, 2(3), 263–270.
5. Radzhabov A. K., Popov, A. E., Voskoboynikov, Yu. V., Fesyutin, I. A. (2021). On the selection and placement of apple varieties for growing in commercial orchards in the middle zone of fruit growing in Russia. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*, 2, 5–13. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2021-2-5-13> (In Russian)
6. Melnikov, A. B., Mikhaylushkin, P. V., Ischenko, N. V. (2020). The role of horticultural products in ensuring food security in Russia. *Mezhdunarodnyi Sel'skokhozyaistvennyi Zhurnal*, 6(378), 8–10. <https://doi.org/10.24411/2587-6740-2020-16105> (In Russian)
7. Kulikov, I.M., Minakov, I.A. (2018). Priority directions of agricultural development under import substitution and the formation of export-oriented economy. *Economy, Labor, Management in Agriculture*, 9(42), 30–36. <https://doi.org/10.33938/189-30> (In Russian)
8. Coldea, T. E., Socaciu, C., Moldovan, Z., Mudura, E. (2014). Minor volatile compounds in traditional homemade fruit brandies from Transylvania-Romania, as determined by GC–MS analysis. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 42(2), 530–537. <https://doi.org/10.1583/nbha4229607>
9. Bajer, T., Hill, M., Ventura, K., Bajerová, P. (2020). Authentication of fruit spirits using HS-SPME/GC-FID and OPLS methods. *Scientific Reports*, 10(1), Article 18965. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75939-0>
10. Cvetković, D., Stojilković, P., Zvezdanović, J., Stanojević, J., Stanojević, L., Karabegović, I. (2020). The identification of volatile aroma compounds from local fruit based spirits using a headspace solid-phase microextraction technique coupled with the gas chromatography-mass spectrometry. *Advanced Technologies*, 9(2), 19–28. <https://doi.org/10.5937/savteh2002019c>
11. Tešević, V., Nikicevic, N., Jovanovic, A., Djokovic, D., Vujisic, L., Vuckovic, I. et al. (2005). Volatile components from old plum brandies. *Food Technology and Biotechnology*, 43(4), 367–372.
12. Abilfazova, Ju. S. (2017). Biochemical assessment of peach fruits under the conditions of the black sea coast of the Krasnodar territory. *New Technologies*, 3, 64–68. (In Russian)
13. Pino, J.A., Quijano, C.E. (2012). Biochemical composition of peach fruits in the subtropical regions of Russia. *Horticulture and Viticulture*, 2, 19–23. <https://doi.org/10.3167/0235-2591-2021-2-19-23> (In Russian)
14. Popova, O. Yu. (2014). Estimation of consumer properties and chemical composition of plum varieties of collections of I. V. Michurin All Russian Research Institute for genetics and breeding of fruit plants. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*, 39, 181–184. (In Russian)
15. Pino, J.A., Quijano, C.E. (2012). Study of the volatile compounds from plum (*Prunus domestica* L. cv. Horvin) and estimation of their contribution to the fruit aroma. *Food Science and Technology (Campinas)*, 32(1), 76–83. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612012005000006>
16. Chalaya, L.D., Prichko, T.G. (2015). Changes of active compounds in apricot fruits caused by storage depend on characteristic features of varieties. *Agricultural Biology*, 50(5), 620–627. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2015.5.620rus> (In Russian)
17. Borzykh, N.V., Zhdanova, Ye.V., Bogdanov R. E., Kruzhkov, A.V. (2020). Assessment of plum and cherry varieties by some chemical-technological indicators of fruits. *Selection and Variety Breeding of Garden Crops*, 7(1–2), 30–33. <https://doi.org/10.24411/2500-0454-2020-11208> (In Russian)
18. Wang, H., Ma, Y., Li, M., Shi, L., Zhang, S., Wang, W. et al. (2018). Volatiles of ripe fruit *Prunus salicina* L. cv. Friar as determined by gas chromatography-mass spectrophotometry as developed during cold storage. *International Journal of Food Properties*, 21(1), 2622–2631 <https://doi.org/10.1080/10942912.2018.1536149>
19. Bianchia, T., Weesepoel, Y., Koot, A., Iglesias, I., Eduardo, I., Gratacós-Cubarsí, M. et al. (2017). Investigation of the aroma of commercial peach (*Prunus persica* L. Batsch) types by Proton Transfer Reaction–Mass Spectrometry (PTR-MS) and sensory analysis. *Food Research International*, 99, 133–146. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.05.007>
20. Makarkina, M.A., Pavel, A.R., Vetrova, O.A. (2020). Study of biochemical composition of fruits at VNIISP. *Selection and Variety Breeding of Garden Crops*, 7(1–2), 99–102. <https://doi.org/10.24411/2500-0454-2020-11225> (In Russian)
21. Dubinina, E. V., Krikunova, L. N., Peschanskaya, V. A., Trishkaneva, M. V. (2021). Scientific aspects of identification criteria for fruit distillates. *Food Processing: Techniques and Technology*, 51(3), 480–491. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2021-3-480-491> (In Russian)
22. Fariña, L., Medina, K., Urruty, M., Urruty, M., Dellacassa, E., Carrau, F. (2012). Redox effect on volatile compound formation in wine during fermentation by *Saccharomyces cerevisiae*. *Food Chemistry*, 134(2), 933–944. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.02.209>
23. Saerens, S.M.G., Delvaux, F., Verstrepen, K.J., Van Dijck, P., Thevelein, J.M., Delvaux, F. R. (2008). Parameters Affecting Ethyl Esters Production by *Saccharomyces cerevisiae* during Fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*, 74(2), 454–461. <https://doi.org/10.1128/AEM.01616-07>
24. Oganesyants, L.A., Panasuk, A.L., Reitlat, B.B. (2011). Theory and practice of fruit winemaking. Moscow: Development, 2011. (In Russian)
25. Dubinina, E. V., Krikunova, L. N., Trofimchenko, V. A., Tomgorova, S. M. (2020). Comparative evaluation of the cornel berry fermentation methods in the production of distillates. *Beer and Beverages*, 2, 45–49. <https://doi.org/10.24411/2072-9650-2020-10020> (In Russian)
26. Donchenko, L.V., Firsov, G.G. (2007). Pectin: basic properties, production and application. Moscow: ДеЛи принт ДеЛи: Print. 2007. (In Russian)
27. Sozaeva, D.R., Dzhaboeva, A.S., Shaova, L.G., Tsagoeva, O.K. (2016). The pectin content in different types of fruit crops and their physicochemical characteristics. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 2(68), 170–174. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-2-170-174> (In Russian)
28. Ovodov, Yu.S. (2009). Current views on pectin substances. *Russian Journal of Bioorganic Chemistry*, 35(3), 269–284.
29. Patova, O.A., Golovchenko, V.V., Ovodov, Y.S. (2014). Pectic polysaccharides: structure and properties. *Russian Chemical Bulletin*, 63(9), 1901–1924. <https://doi.org/10.1007/s11172-014-0681-9>
30. Bodyakina, I.M., Bagryantsev, V.A., Kotov, V.V., Lukin, A.L. (2012). The potentiometric determination composition and degree etherification molecules of pectin. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy*, 2, 9–13. (In Russian)
31. Lurie, S., Zhou, H.-W., Lers, A., Sonogo, L., Alexandrov, S., Shomer, I. (2003). Study of pectin esterase and changes in pectin methylation during normal and abnormal peach ripening. *Physiologia Plantarum*, 119(2), 287–294. <https://doi.org/10.1034/j.1399-3054.2003.00178.x>
32. Try, A.V. (2015). Chemical characteristics of pectin substances extracted from plant materials. *Volga Scientific Bulletin*, 2, 8–10. (In Russian)
33. 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>
34. Khaymetova, 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'nogo Syr'ya*, (4), 75–82. <https://doi.org/10.14258/JCPRM.2021048412> (In Russian)
35. Mohnen, D. (2008). Pectin structure and biosynthesis. *Current Opinion in Plant Biology*, 11(3), 266–277. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2008.03.006>
36. Freitas, C.M.P., Coimbra, I.S.R., Souza, V.G.L., Sousa, R.C.S. (2021). Structure and applications of pectin in food, biomedical, and pharmaceutical industry: A Review. *Coatings*, 11, Article 922. <https://doi.org/10.3390/coatings11080922>

37. Krikunova, L.N., Dubinina, E.V. (2018). Methods for reducing the methanol content in distillates from vegetable raw materials. *Polzunovskiy Vestnik*, 3, 19–24. (In Russian)
38. Butova, S.N. (2004). Biotechnological degradation of plant waste. Moscow: Printing house of the Russian Agricultural Academy, 2004. (In Russian)
39. Rodionova, N.A., Bezborodov, A.M. (1997). Localization of enzyme systems that degrade cell wall polysaccharides in higher plants: pectinases (Review). *Applied Biochemistry and Microbiology*, 33(5), 415–432.
40. Canton, M., Drincovich, M.F., Lara, M. V., Vizzotto, G., Robert, P. W., Famiani, F. et al. (2020). Metabolism of stone fruits: Reciprocal contribution between primary metabolism and cell wall. *Frontiers in Plant Science*, 11, Article 1054. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01054>
41. Prichko, T.G., Chalya, L.D., Smelik, T. L. Aromatic content in the con-
cen-bathroom juices from apple fruit and Vishnu. Retrieved from <https://fh.kubstu.ru/juk/issues/issue09/st0907.pdf> Accessed April 01, 2022. (In Russian)
42. Salina, E.S., Levgerova, N.S., Sidorova, I.A. (2018). Technological characteristics of new cherry varieties of VNIISPK breeding for juice production. *Contemporary Horticulture*, 2(26), 22–27. <https://doi.org/10.24411/2312-6701-2018-10204> (In Russian)
43. Oganesyants, L. A., Peschanskaya, V. A., Osipova, V. P., Dubinina, E. V., Aliyeva, G. A. (2013). Qualitative and quantitative composition of the volatile components of fruit vodkas. *Winemaking and Viticulture*, 6, 22–24. (In Russian)
44. Nunes, C., Coimbra, M.A., Saraiva, J., Rocha, S.M. (2008). Study of the volatile components of a candied plum and estimation of their contribution to the aroma. *Food Chemistry*, 111(4), 897–905. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.05.003>
45. Śliwińska, M., Wiśniewska, P., Dymerski, T., Wardencki, W., Namieśnik J. (2015). The flavour of fruit spirits and fruit liqueurs: A review. *Flavour and Fragrance Journal*, 30(3), 197–207. <https://doi.org/10.1002/ffj.3237>
46. Guillot, S., Peytavi, L., Bureau, S., Lepoutre, J.-P., Crouzet, J. et al. (2006). Aroma characterization of various apricot varieties using headspace — solid phase microextraction combined with gas chromatography — mass spectrometry and gas chromatography — olfactometry. *Food Chemistry*, 96(1), 147–155. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.04.016>
47. Oganesyants, L.A., Peschanskaya, V.A., Aliyeva, G.A., Dubinina, E.V. (2013). Resource-saving technology of distillates from cherry's pomace. *Food Industry*, 7, 29–31. (In Russian)
48. Feng, J.-R., Xi, W.-P., Li, W.-H., Liu, H.-N, Liu, X.-F., Lu, X.-Y. (2015). Volatile characterization of major apricot cultivars of Southern Xinjiang Region of China. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 140(5), 466–471. <https://doi.org/10.21273/jashs.140.5.466>
49. Zhang, X., Jiang, Y. M., Peng, F. T., He, N. B., Li, Y. J., Zhao, D. C. (2007). Changes of aroma components in Hongdeng sweet cherry during fruit development. *Agricultural Science in China*, 6, 1376–1382. [https://doi.org/10.1016/S1671-2927\(07\)60186-2](https://doi.org/10.1016/S1671-2927(07)60186-2)
50. Bernalte, D. M., Hernandez, M. T., Vidal-Aragon, M. C., Sabio, E. (1999). Physical, chemical, flavor and sensory characteristics of two sweet cherry varieties grown in 'Valle del Jerte' (Spain). *Journal of Food Quality*, 22(4), 403–416. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.1999.tb00173.x>
51. Vavoura, A. V., Badeka, A. V., Kontakos, S., Kontominas, M. G. (2015). Characterization of four popular sweet cherry cultivars grown in greece by volatile compound and physicochemical data analysis and sensory evaluation. *Molecules*, 20(2), 1922–1940. <https://doi.org/10.3390/molecules20021922>
52. Serradilla, M.J., Martín, A., Ruiz-Moyano, S., Hernández, A., López-Corrales, M., Córdoba, M.D.G. (2012). Physicochemical and sensorial characterization of four sweet cherry cultivars grown in Jerte Valley (Spain). *Food Chemistry*, 133, 1551–1559. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.02.048>
53. Matsui, K. (2006). Green leaf volatiles: hydroperoxide lyase pathway of oxylipin metabolism. *Journal of Current Opinion in Plant Biology*, 9(3), 274–80. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2006.03.002>
54. Girard, B., Kopp, T. C. (1998). Physico-chemical characteristics of selected sweet cherry cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(2), 471–476. <https://doi.org/10.1021/jf970646j>
55. Sun, S. Y., Jiang, W. G., Zhao, Y. P. (2010). Characterization of the aroma-active compounds in five sweet cherry cultivars grown in Yantai (China). *Flavour and Fragrance Journal*, 25(4), 206–213. <https://doi.org/10.1002/ffj.1994>
56. Zhu, J., Xiao, Z. (2019). Characterization of the key aroma compounds in peach by gas chromatography — olfactometry, quantitative measurements and sensory analysis. *European Food Research and Technology*, 245(1), 129–141. <https://doi.org/10.1007/s00217-018-3145-x>
57. Liu, W., Zhang, Y., Ma, R., Yu, M. (2022). Comparison of aroma trait of the white-fleshed peach 'Hu Jing Mi Lu' and the yellow-fleshed peach 'Jin Yuan' based on odor activity value and odor characteristics. *Horticulturae*, 8(3), Article 245. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8030245>
58. Wen, Y.-Q., He, F., Zhu, B.-Q., Lan, Y.-B., Pan, Q.-H., Li, C.-Y., Reeves, M.J. et al. (2014). Free and glycosidically bound aroma compounds in cherry (*Prunus avium* L.). *Food Chemistry*, 152, 29–36. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.11.092>
59. Malaman, F. S., Moraes, L. A. B., West, C., Ferreira, J., Oliviera, A. L. (2011). Supercritical fluid extracts from the Brazilian cherry (*Eugenia uniflora* L.): Relationship between the extracted compounds and the characteristic flavour intensity of the fruit. *Food Chemistry*, 124(1), 85–92. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.05.109>
60. Voskanyan, O.S., Faizova, D.V., Zhironova, V.V., Zagorulko, A.V. (2019). The influence of the method of processing raw materials on the indicators of apricot juice for the preparation of fruit vodka. *Questions of Science: Innovation, Engineering and Technology*, 1, 135–138. (In Russian)
61. Krikunova, L.N., Dubinina, E.V. (February 23–28, 2018). A method for increasing the efficiency of cherry distillate production. Materials of conferences of the Research Institute "National Development". Saint Petersburg, Russian Federation, 67–70. (In Russian)
62. Chauhan, S.K., Tyagi, S.M., Singh, D. (2001). Pectinolytic liquefaction of apricot, plum, and mango pulps for juice extraction. *International Journal of Food Properties*, 4(1), 103–109. <https://doi.org/10.1081/JFP-100002190>
63. Wiśniewska, P., Śliwińska, M., Dymerski, T., Wardencki, W., Namieśnik, J. (2016). The analysis of raw spirits — A review of methodology. *Journal of the Institute of Brewing*, 122(1), 5–10. <https://doi.org/10.1002/jib.288>
64. 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>

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: cognac320@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: cognac320@mail.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7335-0453
Дубинина Елена Васильевна — кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, отдел технологии крепких напитков, Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности 119021, Москва, ул. Россолимо, 7 Тел.: +7-903-577-53-62 E-mail: elena-vd@yandex.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8364-9539 * автор для контактов	Elena V. Dubinina, Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher, Department of Spirits, All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Beverage and Wine Industry 7, Rossolimo str., 119021, Moscow, Russia Tel.: +7-903-577-53-62 E-mail: elena-vd@yandex.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8364-9539 * corresponding author
Ульянова Екатерина Владимировна — младший научный сотрудник, отдел технологии крепких напитков, Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности 119021, Москва, ул. Россолимо, 7 Тел.: +7-903-228-31-27 E-mail: k.uljanova@mail.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7112-1614	Ekaterina V. Uljanova, Junior Researcher, Department of Spirits, All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Beverage and Wine Industry 7, Rossolimo str., 119021, Moscow, Russia Tel.: +7-903-228-31-27 E-mail: k.uljanova@mail.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7112-1614
Моисеева Александра Анатольевна — младший научный сотрудник, отдел технологии крепких напитков, Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности 119021, Москва, ул. Россолимо, 7 Тел.: +7-916-170-49-55 E-mail: uniwayka@mail.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1591-6084	Aleksandra A. Moiseeva, Junior Researcher, Department of Spirits, All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Beverage and Wine Industry 7, Rossolimo str., 119021, Moscow, Russia Tel.: +7-916-170-49-55 E-mail: k.uljanova@mail.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1591-6084
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: ryabovasm@gmail.com ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6913-9006	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: ryabovasm@gmail.com ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6913-9006
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.