



Биохимический состав фруктового сусла из мелкоплодных сортов яблони Южного Прибайкалья

Н.П. Супрун*✉, Г.С. Гусакова*, Н.С. Аникина**, Е.А. Сластья**

*Иркутский национальный исследовательский технический университет,
г. Иркутск, Российская Федерация

**Всероссийский национальный научно-исследовательский институт
виноградарства и виноделия «Магарах» РАН, г. Ялта, Российская Федерация

Аннотация. В большинстве климатических зон Российской Федерации имеются обширные площади насаждений яблони, которая является основным сырьем для производства сидров и плодовой алкогольной продукции. Технологический потенциал новых сортов яблони в производстве плодовой алкогольной продукции мало изучен. Целью настоящей работы стало исследование химического состава, в том числе фракционного состава сахаров и органических кислот, фруктового сусла, получаемого из мелкоплодных сортов яблони Южного Прибайкалья, и выделение наиболее подходящих сортов для производства сидров. Биохимический состав сусла определяли общепринятыми методами согласно государственным стандартам. Мелкоплодные полукультурки, выращиваемые в Южном Прибайкалье, характеризуются вариативностью по содержанию экстрактивных веществ. В разные годы плоды одного сорта накапливают разное количество растворенных сухих веществ (12,5–14,5%), основная доля которых приходится на сахара (109,3–135,3 г/дм³). Среди сахаров преобладает содержание фруктозы (более 50%), второе место по количеству занимает глюкоза. Доля дисахаридов в составе сахаров в плодах разных сортов варьирует от 9,1 до 21,5%. Концентрация органических кислот в изученных сортах составляет от 7,2 до 13,0 г/дм³. В числе обнаруженных органических кислот – до 83,4% яблочной, до 6,7% лимонной, до 6,4% молочной, до 2,5% янтарной кислоты, а также следовые количества винной и уксусной кислот. Количество фенольных соединений в образцах изменяется от 522,5 до 1704,6 мг/дм³. Изученные полукультурки классифицированы как «кислый» и «горько-кислый» типы сидровых сортов яблони.

Ключевые слова: яблоки, мелкоплодные сорта, полукультурки, фруктовое сусло, биохимический состав

Для цитирования: Супрун Н.П., Гусакова Г.С., Аникина Н.С., Сластья Е.А. Биохимический состав фруктового сусла из мелкоплодных сортов яблони Южного Прибайкалья // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2023. Т. 13. N 4. С. 611–620. DOI: 10.21285/2227-2925-2023-13-4-611-620. EDN: FFIUJW.

PHYSICOCHEMICAL BIOLOGY

Original article

Biochemical composition of fruit must from small-fruit apple varieties grown in the Southern Baikal Region

Natalya P. Suprun*✉, Galina S. Gusakova*, Nadezhda S. Anikina**,

Evgenii A. Slastyay**

*Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

**All-Russian National Research Institute of Vinegrowing and Winemaking, "Magarach" RAS,
Yalta, Russian Federation

Abstract. Most climatic zones of the Russian Federation include vast apple plantations that serve as the primary source of raw materials for the production of cider and fruit alcoholic beverages. The technological potential of new apple varieties in the production of fruit alcoholic beverages is understudied. The present study aims to examine the chemical composition (including the fractional composition of sugars and organic acids) of fruit must from small-fruit apple varieties grown in the Southern Baikal region and to identify the most suitable varieties for cider production.

The biochemical composition of must was determined via conventional methods as per state standards. Small-fruit semi-cultivars grown in the Southern Baikal Region are characterized by variability in the content of extractive substances. In different years, the fruit of the same variety accumulates different amounts of dissolved solids (12.5–14.5%), primarily sugars (109.3–135.3 g/dm³). Among sugars, fructose is the most abundant (over 50%), followed by glucose. The proportion of disaccharides in the composition of sugars in the fruits of different varieties ranges from 9.1 to 21.5%. The concentration of organic acids in the studied varieties ranges from 7.2 to 13.0 g/dm³. The detected organic acids include malic acid (up to 83.4%), citric acid (up to 6.7%), lactic acid (up to 6.4%), succinic acid (up to 2.5%), as well as trace amounts of tartaric and acetic acids. The amount of phenolic compounds in the specimens varies from 522.5 to 1704.6 mg/dm³. The studied semi-cultivars were classified as sharp and bittersharp cider apple varieties.

Keywords: apples, small-fruit varieties, semi-cultivars, fruit must, biochemical composition

For citation: Suprun N.P., Gusakova G.S., Anikina N.S., Slasya E.A. Biochemical composition of fruit must from small-fruit apple varieties grown in the Southern Baikal Region. *Izvestiya Vuzov. Prikladnaya Khimiya i Biotekhnologiya = Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology*. 2023;13(4):611-620. (In Russian). DOI: 10.21285/2227-2925-2023-13-4-611-620. EDN: FFIUJW.

ВВЕДЕНИЕ

Согласно данным Европейской ассоциации сидра и фруктовых вин (фр.: AICV – L'Association des Industries des Cidres et Vins de fruits de l'UE), в 2022 г. Россия заняла 9-е место по темпу увеличения объема производства сидра, который составил 8,26%¹. В настоящее время в России и во всем мире наблюдается переориентация интереса потребителя к категории натуральных слабоалкогольных напитков, в частности к сидрам, что связано с популяризацией правильного питания и здорового образа жизни [1]. Продажи сидра в России с февраля 2022 по февраль 2023 г. выросли на 29%, и основной вклад в это внесли локальные бренды².

Основным сырьем в производстве плодовой алкогольной продукции и сидров в России [2], Беларуси [3], странах Балтии [4] и Западной Европы [5, 6] являются плоды яблони. Несмотря на то что большая часть регионов России богата сырьем для производства напитков высокого качества, около 90% отечественной плодовой алкогольной продукции и сидров производится из восстановленных концентрированных соков по традиционным технологиям. В связи с этим отечественная продукция значительно уступает зарубежной, получаемой из сока прямого отжима, по органолептическим, биохимическим показателям и устойчивости к помутнениям при хранении [7, 8].

В Англии, Ирландии, Франции, Германии, Австрии, Бельгии, Испании, Италии и Соединенных Штатах Америки для производства сидров высокого качества выращивают специальные «технические» сорта ябллок, отличающиеся органолептическими и физико-химическими характеристиками: массовой концентрацией сахаров, органических кислот и фенольных соединений [5, 9, 10]. Концентрация сахаров в плодах является определяющим показателем потенциальной объемной доли этилового спирта в готовой продукции, фенольные вещества формируют вяжущий вкус и являются предшественниками ароматических компонентов сидров, а органические кислоты усиливают вяжущий вкус и создают его полноту [11]. В ряде европейских стран

концентрация полифенолов в сырье для производства сидров нормируется (значением не более 250 мг/дм³), поскольку высокие концентрации этих веществ могут придавать грубость вкусу готовой продукции [4].

Европейская ассоциация сидра и фруктовых вин выделяет четыре основные категории сидровых сортов яблони: кислые, горько-кислые, горько-сладкие и сладкие [12]. Несмотря на то что традиционная классификация сидровых сортов ябллок восходит к ранним работам Б.Т.П. Баркера [13, 14], датируемым первой половиной прошлого столетия, исследования сортов, пригодных для производства плодовой алкогольной продукции, не теряют своей актуальности. Более того, зарубежные исследовательские центры и институты активно работают над повышением урожайности и устойчивости сидровых сортов ябллок к стрессовым факторам [7, 15, 16], а также над испытанием новых сортов в производстве сидров и плодовой алкогольной продукции [17].

В нашей стране ябллки специальных сидровых сортов до последнего времени не выращивались [18]. Сегодня же ученые разных регионов России активно занимаются технологической оценкой пригодности современных сортов ябллок, в том числе районированных сортов, в производстве сидров и других продуктов питания [18, 19]. Многие авторы отмечают, что большинство сортов, культивируемых в южных и центральных регионах нашей страны, накапливает достаточное количество сахаров и титруемых кислот, при этом ассортимент «горьких» сортов (с высоким содержанием фенольных соединений) в разы меньше [19–21]. В регионах с суровыми климатическими условиями, напротив, большинство сортов отличается повышенным содержанием титруемых кислот и фенольных соединений [22–25]. Безусловно, специфика химического состава плодов яблони в первую очередь определяется сортовой особенностью, однако она также сильно зависит от климатической зоны произрастания, количества солнечных дней, объема выпавших осадков, типа почвы и др. В этой связи научный и практический интерес представляют исследования вариабельности химического состава

¹European cider trends 2022 // Aicv.org. Режим доступа: https://aicv.org/files/attachments/.504/AICV_Cider_Trends_2022.pdf (дата обращения: 26.09.2023).

²Эксперты рассказали о причинах резкого роста продаж сидра // Rg.ru. Режим доступа: <https://rg.ru/2023/04/03/eksperty-rasskazali-o-prichinah-rezkogo-rosta-prodazh-sidra.html?ysclid=lnibb9xh67774818234> (дата обращения: 10.10.2023).

сортов яблони, выращиваемых в регионах, и определение направления их переработки.

Целью проведенной работы являлось исследование химического состава, в том числе фракционного состава сахаров и органических кислот, фруктового сусла из мелкоплодных сортов яблони Южного Прибайкалья и выделение наиболее подходящих сортов для производства сидров.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В работе были исследованы соки прямого отжима (фруктовое сусло) из плодов яблони-полукультурки (яблок) 8 помологических сортов отечественной селекции, среди которых 3 сорта летнего (Краса Бурятии, Доктор Куновский, Красная гроздь), 4 сорта осеннего (Красноярский сеянец, Красноярский снегирек, Фонарик, Уральское наливное) и 1 сорт зимнего (Лада) сроков созревания. Отбор плодов проводили в фазе технологической зрелости на коллекционных участках крестьянского (фермерского) хозяйства «Иркутский садовод» в районе товарищества собственников недвижимости «Молодёжное» Иркутской области (район Южного Прибайкалья).

Плоды яблони измельчали в лабораторной шнековой дробилке, мезгу сульфировали и обрабатывали композицией ферментных препаратов пектолитического и целлюлолитического действия «Фруктоцим П6-А» (0,005 см/кг) и «Целлолюкс-А» (3 г/кг) в течение 1 часа при температуре 40 °С. Условия обработки мезги были выбраны на основании результатов ранее проведенных исследований [26]. Соки отжимали с помощью вертикального гидравлического корзиночного пресса, медленно наращивая давление до максимального значения 0,8 МПа. После прекращения выделения сока давление сбрасывали до нуля, мезгу ворошили и повторяли процесс отжима. Свежеотжатые соки отстаивали при температуре 10 °С, затем снимали с осадка.

Определение органолептических и физико-химических показателей полученных образцов выполняли по действующим на территории Российской Федерации государственным стандартам. Определение органолептических показателей фруктового сусла выполняли комиссией в количестве 8 человек, прошедших специальную подготовку в соответствии с ГОСТ ISO 3972-2014³. Для количественного выражения органолептических свойств фруктового сусла была использована 10-балльная шкала оценки основных критериев вкуса (сладость, кислотность, горечь, терпкость, грубость и мягкость) соков. Критерии оценивали по шкале от 1 до 10 баллов,

затем рассчитывали средний балл. В соках определяли: содержание растворимых сухих веществ – рефрактометрическим методом по ГОСТ ISO 2173-2013⁴; массовую концентрацию общего экстракта – весовым методом по ГОСТ 32000-2012⁵; суммы сахаров – перманганатным методом по ГОСТ 8756.13-87⁶; титруемых кислот – методом титрования по ГОСТ ISO 750-2013⁷; фенольных соединений – колориметрическим методом с применением реактива Фолина – Чокальтеу [27]. Массовую концентрацию сахаров (глюкозы, фруктозы, сахарозы) определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на хроматографе LC-20 Prominence (Shimadzu, Япония) с аналитической колонкой Supelcogel C610H (Sigma-Aldrich, Япония) по СТО 01580301.002-2016⁸ [28]; массовую концентрацию органических кислот (яблочной, лимонной, молочной, янтарной, винной и уксусной) – методом высокоэффективной жидкостной хроматографии по СТО 01580301.001-2016⁹ [28]. Сахарно-кислотный индекс определяли отношением процентного содержания сахара и кислоты в соках.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Применяя композицию ферментных препаратов «Фруктоцим П6-А» и «Целлолюкс-А» для обработки мезги при получении сусла, наблюдали быстрое осветление образцов уже после 4 часов отстаивания в холоде (10 °С). Полученные образцы фруктового сусла отличались янтарным цветом разной степени насыщенности, что согласуется с результатами изучения химического состава сусла, в частности содержанием фенольных соединений в сортах.

Химический состав плодов непостоянен и зависит как от сортовых особенностей, так и от целого ряда эндогенных факторов [24, 25]. Диапазоны варьирования величины экстрактивных веществ в образцах фруктового сусла, полученных из плодов яблони урожаях разных лет (2018–2022 гг.), представлены в табл. 1.

Как видно из представленных данных, в разные годы содержание экстрактивных веществ в некоторых сортах отличалось волатильностью. Содержание растворимых сухих веществ в соках варьировало от 12,5 до 14,5%. Количество сахаров, которые на 70–80% формируют содержание растворимых сухих веществ [20, 24], составило 109,3–135,3 г/дм³. Максимально высокие концентрации растворимых сухих веществ (13,9–14,5%), общего экстракта (146,6–152,5 г/дм³), а также сахаров установлены в полукультурках Краса Бурятии, Фонарик и Лада.

³ГОСТ 32000-2012. Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Метод определения массовой концентрации приведенного экстракта. М.: Стандартинформ, 2014.

⁴ГОСТ ISO 2173-2013. Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ. М.: Стандартинформ, 2019.

⁵ГОСТ 32000-2012. Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Метод определения массовой концентрации приведенного экстракта. М.: Стандартинформ, 2014.

⁶ГОСТ 8756.13-87. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров. М.: Стандартинформ, 2010.

⁷ГОСТ ISO 750-2013. Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности. М.: Стандартинформ, 2019.

⁸СТО 01580301.002-2016. Соки, сусло, вина виноградные и плодовые, напитки слабо алкогольные. Определение массовой концентрации глюкозы, фруктозы и сахарозы методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Ялта, 2016.

⁹СТО 01580301.001-2016. Соки, сусло, вина виноградные и плодовые, напитки слабоалкогольные. Определение массовой концентрации органических кислот методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Ялта, 2016.

Изученные сорта отличались относительно высоким общим содержанием кислот (в пересчете на яблочную кислоту), которое в разных сортах и урожаях разных лет колебалось от 7,2 до 13,0 г/дм³. Сортами с минимальной концентрацией титруемых кислот являлись полукультурки Красная гроздь (8,4 г/дм³) и Фонарик (7,8 г/дм³). Максимальная концентрация титруемых кислот наблюдалась в сортах Доктор Куновский (11,2 г/дм³) и Красноярский снегирек (11,4 г/дм³).

Полученные результаты испытаний подтверждают выводы других авторов о том, что основным фактором, влияющим на уровень фенольных соединений в плодах, является сорт [24, 25]. Величина фенольных соединений в соках из разных сортов яблони варьирует в довольно широком диапазоне, но в соках из плодов одного сорта урожаев разных лет она проявляется как стабильный показатель. Сортами с наибольшим содержанием фенольных соединений являются Краса Бурятии (1630,0 мг/дм³), Красная гроздь (1704,6 мг/дм³), Красноярский сеянец (1488,6 мг/дм³) и Красноярский снегирек (1690,0 мг/дм³), а сортами с наименьшей концентрацией фенольных веществ – Доктор Куновский (около 539,7 мг/дм³) и Лада (около 522,5 мг/дм³).

Известно, что общее содержание полифенолов, а также их профиль в разных структурных частях (стеблях, семенах, кожце и мякоти) яблока значительно разнится [29]. Установлено, что наибольшее количество полифенолов сконцентрировано в стеблях (плодоножке), вдвое меньше их в семенах и еще меньше в мякоти плодов [30, 31]. Соответственно, при выделении сока из плодов в него переходит лишь небольшая часть фенольных соединений яблока. Учитывая вышеупомянутые сведения авторов и оценивая полученные результаты собственного исследования (массовую концентрацию сахаров, органических кислот, фенольных

веществ и дегустационный анализ вкуса образцов (рис. 1)), изученные мелкоплодные полукультурки можно отнести к «горько-кислому» и «кислому» типам сидровых сортов яблони.

С точки зрения производства сидра предпочтительнее, чтобы сахарокислотный индекс сусла соответствовал значениям от 10 до 15 ед. при концентрации сахаров более 9% и содержании органических кислот 6–9 г/дм³ [32]. Величина сахарокислотного индекса в сортах в разные годы исследования широко варьировала (табл. 2).

Обработанные за годы исследования данные свидетельствуют о том, что соотношения сахаров и органических кислот в соках изученных сортов яблони соответствуют рекомендуемым значениям или близки к ним. Таким образом, из плодов рассмотренных сортов яблони в отдельные годы можно получать сортовое фруктовое сусло или использовать купаж сортов для производства сидров. Для получения фруктового сусла высокого качества без корректировки сахаристости и кислотности рекомендованы плоды сортов Красноярский сеянец, Красная гроздь, Краса Бурятии, Лада, Уральское наливное и Фонарик.

Фракционный состав сахаров в образцах фруктового сусла, полученных из плодов исследованных сортов урожая 2022 г., состоял в основном из моносахаров (фруктозы и глюкозы) и значительно меньшего количества дисахаридов (рис. 2).

Среди моносахаров в образцах отмечено преобладающее содержание фруктозы (более 50%), второе место по количеству занимает глюкоза. Доля дисахаридов в составе сахаров в пересчете на сахарозу в разных сортах варьирует от 9,1 до 21,5%, что является характерной особенностью яблочного сока [33].

Степень проявления кислого вкуса зависит прежде всего от активной кислотности, но разница в ощущении

Таблица 1. Варьирование содержания экстрактивных веществ в образцах фруктового сусла из яблок урожаев 2018–2022 гг.

Table 1. Extractives content in apple must obtained from harvests 2018 – 2022

Номер образца	Название сорта	Растворимые сухие вещества, %	Массовая концентрация			
			общего экстракта, г/дм ³	суммы сахаров, г/дм ³	титруемых кислот, г/дм ³	фенольных веществ, мг/дм ³
1	Краса Бурятии	13,8–14,5	147,7–152,2	124,3–129,1	9,6–11,8	1534,5–1776,6
		14,2	150,3	127,3	10,4	1630,0
2	Доктор Куновский	11,4–13,3	119,0–138,8	97,5–116,7	10,1–11,6	489,1–602,3
		12,5	131,1	109,3	11,2	539,7
3	Красная гроздь	13,5–14,1	142,1–148,8	119,2–125,3	7,2–10,7	1578,9–1783,6
		13,9	146,9	123,5	8,4	1704,6
4	Красноярский сеянец	13,1–17,2	137,7–172,8	123,3–160,5	9,7–11,8	1247,6–1751,4
		13,5	142,1	135,3	10,4	1488,6
5	Красноярский снегирек	12,6–13,8	132,2–142,1	109,6–118,8	10,5–12,2	1649,7–1755,0
		13,2	137,3	114,6	11,4	1690,0
6	Фонарик	14,2–14,7	149,9–154,4	127,1–133,0	7,3–8,2	938,3–1075,5
		14,5	152,5	130,4	7,8	999,9
7	Уральское наливное	11,6–14,0	121,2–147,7	99,3–124,3	8,8–13,0	941,1–1027,0
		13,0	137,8	115,0	9,5	1027,6
8	Лада	13,7–15,5	144,4–161,0	120,6–146,4	8,6–11,1	493,7–565,2
		13,9	146,6	132,3	10,0	522,5

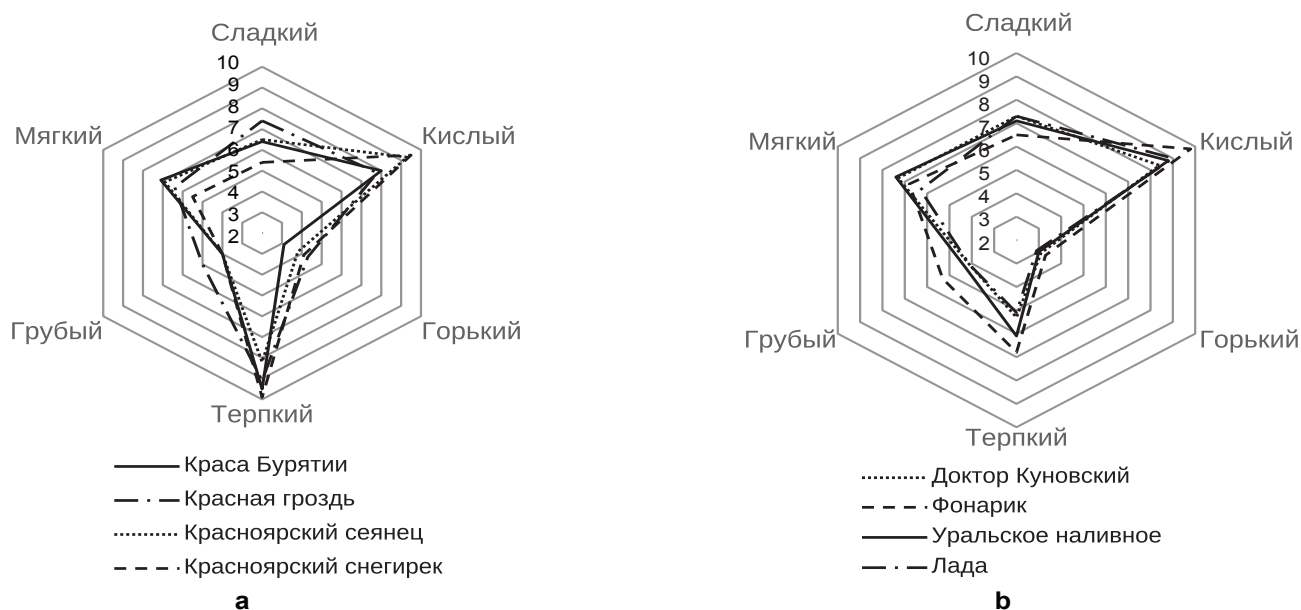


Рис. 1. Профилограммы вкуса образцов фруктового сула: а – сорта «горько-кислого» типа; б – сорта «кислого» типа
Fig. 1. Taste profiles of apples must: a – “bitter-sour” type varieties; b – “sour” type varieties

кислого вкуса связана с различиями состава органических кислот. Состав органических кислот в соках изученных сортов яблони представлен в табл. 3.

Для образцов характерна преобладающая величина яблочной кислоты – в среднем 83,4%. Это основная кислота плодов яблони, которая образуется из гексоз в процессе дыхания растительной клетки, а также в результате распада декстринов, крахмала и других полисахаридов при созревании [34], концентрация же ее зависит от генетических особенностей сорта [35] и агротехнических условий культивирования [36]. Максимальная концентрация яблочной кислоты обнаружена в соках полукультурок Красноярский снегирек (10,58 г/дм³) и Красноярский сеянец (10,12 г/дм³).

В существенно меньшем количестве в образцах сула идентифицированы остальные органические кислоты. Доля лимонной и молочной в общей массе органических кислот в сортах в среднем составила по 6–7% каждой. Максимальная массовая концентрация лимонной кислоты обнаружена в соке полукультурки летнего срока созревания Доктор Куновский (0,96 г/дм³), а минимальная – в сорте Фонарик (0,45 г/дм³). Высокое содержание молочной кислоты наблюдалось в сортах

Доктор Куновский (0,86 г/дм³), Уральское наливное (0,81 г/дм³) и Лада (1,26 г/дм³).

Содержание биологически активной янтарной кислоты в образцах составило около 2,4% (от 0,11 до 0,59 г/дм³). В следовых количествах обнаружена винная кислота (до 0,10 г/дм³). В образцах из полукультурок Краса Бурятии и Доктор Куновский винная кислота не обнаружена, что, по всей видимости, обусловлено сортоспецифичностью. Уксусная кислота, являющаяся промежуточным продуктом метаболизма плодов яблони при созревании [21], найдена в незначительном количестве (до 0,08 г/дм³) в сортах Краса Бурятии, Красная гроздь, Красноярский сеянец и Фонарик.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных испытаний можно сделать следующие выводы.

Изученные мелкоплодные сорта яблони, культивируемые в Южном Прибайкалье, характеризуются вариабельностью по содержанию экстрактивных веществ. В разные годы в плодах отмечается накопление различного количества растворенных сухих веществ (12,5–14,5%), основная доля которых приходится на сахара (109,3–135,3 г/дм³).

Таблица 2. Величина сахарокислотного индекса образцов фруктового сула из яблок урожаев 2018–2022 гг.

Table 2. Gluco-acidimetric indexes in apple must obtained from harvests 2018 – 2022

Номер образца	Название сорта	Значение сахарокислотного индекса, ед.				Среднее значение
		2018 г.	2019 г.	2021 г.	2022 г.	
1	Краса Бурятии	–	19,5	16,6	14,6	16,9
2	Доктор Куновский	–	9,6	9,7	10,0	9,8
3	Красная гроздь	17,2	17,4	13,9	11,7	15,1
4	Красноярский сеянец	11,8	10,4	16,1	14,2	13,1
5	Красноярский снегирек	10,1	–	10,5	9,7	10,1
6	Фонарик	–	18,1	15,4	17,0	16,9
7	Уральское наливное	12,8	11,3	–	9,6	11,2
8	Лада	13,9	11,6	14,6	13,2	13,3

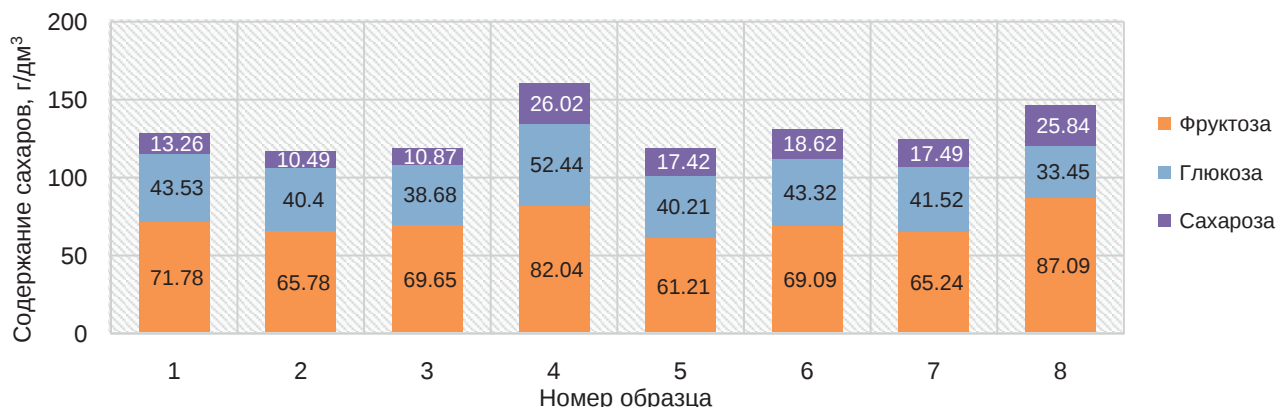


Рис. 2. Компонентный состав сахаров в образцах фруктового сусла из яблок урожая 2022 г.

Fig. 2. Component composition of sugars in apple must obtained in 2022

Таблица 3. Компонентный состав органических кислот в образцах фруктового сусла из яблок урожая 2022 г.

Table 3. Organic acids content in apple must obtained in 2022

Номер образца	Название сорта	Массовая концентрация органических кислот, г/дм³					
		яблочная	лимонная	молочная	янтарная	винная	уксусная
1	Краса Бурятии	5,33	0,55	0,48	0,12	0,00	0,08
2	Доктор Куновский	9,63	0,96	0,86	0,18	0,00	0,00
3	Красная гроздь	5,87	0,59	0,53	0,11	0,05	0,08
4	Красноярский сеянец	10,12	0,73	0,58	0,19	0,08	0,08
5	Красноярский снегирек	10,58	0,76	0,58	0,20	0,08	0,00
6	Фонарик	6,20	0,45	0,40	0,13	0,05	0,05
7	Уральское наливное	7,25	0,54	0,81	0,19	0,05	0,00
8	Лада	8,61	0,51	1,26	0,59	0,10	0,00

Примечание. Расхождение между значениями трех параллельных измерений не превышало 5%.

Концентрация органических кислот в изученных сортах варьирует от 7,2 до 13,0 г/дм³, а количество фенольных соединений – от 522,5 до 1704,6 мг/дм³. Изученные сорта яблони Доктор Куновский, Фонарик, Уральское наливное и Лада классифицированы как «кислый» тип, а сорта Краса Бурятии, Красная гроздь, Красноярский сеянец и Красноярский снегирек – как «горько-кислый» тип сидровых сортов яблони вследствие высокого содержания фенольных веществ и органических кислот.

Изучение фракционного состава сахаров в соках показало преобладающее содержание фруктозы (более 50%), второе место по количеству занимает глюкоза.

Доля дисахаридов в составе сахаров в пересчете на сахарозу в разных сортах варьирует от 9,1 до 21,5%. Среди органических кислот в образцах обнаружено до 83,4% яблочной, до 6,7% лимонной, до 6,4% молочной, до 2,5% янтарной кислоты, а также следовые количества винной и уксусной кислот.

Таким образом, для получения фруктового сусла без корректировки сахаристости и кислотности можно рекомендовать плоды сортов яблони Красноярский сеянец, Красная гроздь, Краса Бурятии, Лада, Уральское наливное и Фонарик.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Tsoupras A., Moran D., Lordan R., Zabetakis I. Functional properties of the fermented alcoholic beverages: apple cider and beer // Functional foods and their implications for health promotion / eds I. Zabetakis, A.B. Tsoupras, R. Lordan, D.P. Ramji. Academic Press, 2023. P. 319–339. DOI: 10.1016/B978-0-12-823811-0.00013-4.
2. Бабаева М.В., Кулаков В.Г., Иванов А.В. Анализ отрасли плодово-ягодного виноделия на территории РФ // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы: сб. статей XV Междунар. науч.-практ. конф. Пенза: Изд-во ПГАУ, 2020. С.184–186. EDN: FLHNDK.
3. Алексанян К.А., Ткачук Л.А. Технология производства

фруктово-ягодных натуральных вин: монография. Минск: Беларуская навука, 2012. 305 с.

4. Ćakar U., Petrović A., Pejin B., Ćakar M., Živković M., Vajs V., et al. Fruit as a substrate for a wine: a case study of selected berry and drupe fruit wines // Scientia Horticulturae. 2019. Vol. 244. P. 42–49. DOI: 10.1016/j.scienta.2018.09.020.

5. Pando Bedriñana R., Picinelli Lobo A., Rodríguez Madrera R., Suárez Valles B. Characteristics of ice juices and ciders made by cryo-extraction with different cider apple varieties and yeast strains // Food Chemistry. 2020. Vol. 310. P. 125831. DOI: 10.1016/j.foodchem.2019.125831.

6. Swami S.B., Thakor N.J., Divate A.D. Fruit wine production: a review // *Journal of Food Research and Technology*. 2014. Vol. 2, no. 3. P. 93–100.
7. Calugar P.C., Coldea T.E., Salantă L.C., Pop C.R., Pasqualone A., Burja-Udrea C., et al. An overview of the factors influencing apple cider sensory and microbial quality from raw materials to emerging processing technologies // *Processes*. 2021. Vol. 9, no. 3. P. 502. DOI: 10.3390/pr9030502.
8. Агеева Н.М., Ульяновская Е.В., Ширшова А.А., Тихонова А.Н., Храпов А.А., Чернуцкая Е.А. Физико-химические показатели сидров различных производителей // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2023. N 79 (1). С. 242–252. DOI: 10.30679/2219-5335-2023-1-79-242-252. EDN: KARHGN.
9. Ostrom M.R., Conner D.S., Tambet H., Smith K.S., Sirrine J.R., Howard P.H., et al. Apple grower research and extension needs for craft cider // *American Society for Horticultural Science*. 2022. Vol. 32, no. 2. P. 147–157. DOI: 10.21273/HORTTECH04827-21.
10. Weide J.V., van Nocker S., Gottschalk C. Meta-analysis of apple (*Malus × domestica* Borkh.) fruit and juice quality traits for potential use in hard cider production // *Plants, People, Planet*. 2022. Vol. 4, no. 5. P. 463–475. DOI: 10.1002/ppp3.10262.
11. Bortolini D.G., Benvenuti L., Demiate I.M., Nogueira A., Alberti A., Ferreira Zielinski A.A. A new approach to the use of apple pomace in cider making for the recovery of phenolic compounds // *LWT*. 2020. Vol. 126. P. 109316. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.109316.
12. Włodarska K., Pawlak-Lemańska K., Górecki T., Sikorska E. Classification of commercial apple juices based on multivariate analysis of their chemical profiles // *International Journal of Food Properties*. 2017. Vol. 20, no. 8. P. 1773–1785. DOI: 10.1080/10942912.2016.1219367.
13. Barker B.T.P. The production of cider fruit on bush trees – vintage quality trials // *Annual Report of the Long Ashton Research Station*. 1943. P. 124–135.
14. Lea A.G.H., Drilleau J.-F. Cidermaking // *Fermented Beverage Production* / eds A.G.H. Lea, J.R. Piggott. New York: Springer New York, 2003. P. 59–87. DOI: 10.1007/978-1-4615-0187-9_4.
15. Delgado Á. García-Fernández B., Gómez-Cortecero A., Dapena E. Susceptibility of cider apple accessions to European canker – comparison between evaluations in field planted trees and rapid screening tests // *Plants*. 2022. Vol. 11, no. 9. P. 1145. DOI: 10.3390/plants11091145.
16. Lahaye M., Thoulouze L., Calatraba M., Gauclain T., Falourd X., Le-Quere J.-M., et al. A multimodal and multiscale investigation of factors affecting the juice yield of cider apples // *Food Chemistry*. 2023. Vol. 420. P. 135649. DOI: 10.1016/j.foodchem.2023.135649.
17. Van Lanen A.L. The Washington apple: orchards and the development of industrial agriculture. Norman: University of Oklahoma Press, 2022. Vol. 7. 286 p.
18. Кузьмина Е.И., Егорова О.С., Акбулатова Д.Р. Сидры в России и за рубежом. Сырье // *Пищевая промышленность*. 2022. N 12. С. 87–91. DOI: 10.52653/PPI.2022.12.12.018. EDN: OZBVNH.
19. Левгерова Н.С., Салина Е.С., Сидорова И.А., Седов Е.Н., Янчук Т.В. Технологические показатели плодов гибридных подвоев яблони и перспективы их использования в производстве сидра // *Современное садоводство*. 2021. N 3. С. 1–10. DOI: 10.52415/23126701_2021_0301. EDN: LJEHTG.
20. Причко Т.Г., Чалая Л.Д. Технические и биохимические особенности плодов новых перспективных сортов яблони как сырье для переработки // *Научные труды Государственного научного учреждения Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства Российской академии сельскохозяйственных наук*. 2014. Т. 5. С. 190–195. EDN: SHVJEZ.
21. Ширшова А.А., Агеева Н.М., Бирюкова С.А. Исследование химического состава яблок различных сортов, произрастающих в хозяйствах Краснодарского края // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. 2020. Т. 82. N 2. С. 131–136. DOI: 10.20914/2310-1202-2020-2-131-136. EDN: ANBFGV.
22. Кох Д.А., Типсина Н.Н., Кох Ж.А. Способы переработки мелкоплодных яблок в пюре // *Вестник КрасГАУ*. 2016. N 3. С. 67–73. EDN: VQWAGT.
23. Кох Д.А. Исследование химического состава сока из плодов мелкоплодных яблонь, произрастающих на территории Красноярского края // *Ползуновский вестник*. 2021. N 3. С. 30–34. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.004. EDN: KTMQED.
24. Наумова Н.А., Лукин А.А., Слепнёва Т.Н., Велисевич Е.А. Биохимический состав плодов яблонь районированных сортов, произрастающих в разных агроценозах // *Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология*. 2023. Т. 13. N 2. С. 255–262. DOI: 10.21285/2227-2925-2023-13-2-255-262. EDN: FPSKAN.
25. Макаренко С.А. Сравнительная оценка биохимии плодов яблони алтайских сортов как источника питательных и биологически активных веществ // *Химия растительного сырья*. 2021. N 3. С. 245–252. DOI: 10.14258/jcprm.2021039177. EDN: BDTBUT.
26. Супрун Н.П., Гусакова Г.С., Раченко М.А. Ферментативный катализ яблочной мезги // *Химия растительного сырья*. 2023. N 1. С. 307–312. DOI: 10.14258/jcprm.20230111067. EDN: CFMZFK.
27. Методы технокимического контроля в виноделии / под ред. В.Г. Гержиковой. Симферополь: Таврида, 2002. 260 с.
28. Аникина Н.С., Гержикова В.Г., Гниломедова Н.В., Погорелов Д.Ю. Методология идентификации подлинности вин. Симферополь: Дайпи, 2017. 151 с. EDN: ZGMTHP.
29. Бурак Л.Ч., Завалей А.П. Создания продуктов с высокой антиоксидантной активностью с помощью полифенольных веществ яблок. Обзор // *The Scientific Heritage*. 2022. N. 84-1. С. 28–40 DOI: 10.24412/9215-0365-2022-84-1-28-40. EDN: COBTZ.
30. Górnaś P., Mišina I., Olšteine A., Krasnova I., Pugajeva I., Laciš G., et al. Phenolic compounds in different fruit parts of crab apple: dihydrochalcones as promising quality markers of industrial apple pomace by-products // *Industrial Crops and Products*. 2015. Vol. 74. P. 607–612. DOI: 10.1016/j.indcrop.2015.05.030.
31. Wojdyło A., Oszmiański J. Antioxidant activity modulated by polyphenol contents in apple and leaves during fruit development and ripening // *Antioxidants*. 2020. Vol. 9, no. 7. P. 567. DOI: 10.3390/antiox9070567.
32. Вечер А.С., Юрченко Л.А. Сидры и яблочные игристые вина (химия и технология). М.: Пищевая промышленность, 1976. 135 с.
33. Gnilomedova N.V., Anikina N.S., Gerzhikova V.G.

Profile of sugars in a grape-wine system as the identifying indicator of the authenticity of wine products // *Foods and Raw Materials*. 2018. Vol. 6, no. 1. P. 191–200. DOI: 10.21603/2308-4057-2018-1-191-200.

34. Хоконов А.Б., Хоконова М.Б. Изменения химического состава сока яблок при созревании и хранении // *Биология в сельском хозяйстве*. 2022. N 3. С. 32–34. EDN: RBTFJM.

35. Alberti A., Ferreira Zielinski A.A., Couto M.,

Judacewski P., Igarashi Mafra L., Nogueira A. Distribution of phenolic compounds and antioxidant capacity in apples tissues during ripening // *Journal of Food Science and Technology*. 2017. Vol. 54. P. 1511–1518. DOI: 10.1007/s13197-017-2582-z.

36. Wei J., Zhang Y., Yuan Y., Dai L., Yue T. Characteristic fruit wine production via reciprocal selection of juice and non-*Saccharomyces* species // *Food Microbiology*. 2019. Vol. 79. P. 66–74. DOI: 10.1016/j.fm.2018.11.008.

REFERENCES

1. Tsoupras A., Moran D., Lordan R., Zabetakis I. Functional properties of the fermented alcoholic beverages: apple cider and beer. In: Zabetakis I., Tsoupras A.B., Lordan R., Ramji D.P. (eds). *Functional foods and their implications for health promotion*. Academic Press; 2023, p. 319–339. DOI: 10.1016/B978-0-12-823811-0.00013-4.

2. Babaeva M.V., Kulakov V.G., Ivanov A.V. Analysis of the fruit and berry wines industry on the territory of the Russian Federation. In: *Agropromyshlennyy kompleks: sostoyaniye, problemy, perspektivy: sb. statei XV Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. = Agro-industrial complex: state, problems, prospects: Proceedings of the 15th International scientific and practical conference*. Penza: Penza State Agrarian University; 2020, p.184–186. (In Russian). EDN: FLHNDK.

3. Aleksanyan K.A., Tkachuk L.A. *Technology for the production of fruit and berry natural wines*. Minsk: Belaruskaya navuka; 2012, 305 p. (In Russian).

4. Čakar U., Petrović A., Pejin B., Čakar M., Živković M., Vajs V., et al. Fruit as a substrate for a wine: a case study of selected berry and drupe fruit wines. *Scientia Horticulturae*. 2019;244:42–49. DOI: 10.1016/j.scienta.2018.09.020.

5. Pando Bedriñana R., Picinelli Lobo A., Rodríguez Madrera R., Suárez Valles B. Characteristics of ice juices and ciders made by cryo-extraction with different cider apple varieties and yeast strains. *Food Chemistry*. 2020;310:125831. DOI: 10.1016/j.foodchem.2019.125831.

6. Swami S.B., Thakor N.J., Divate A.D. Fruit wine production: a review. *Journal of Food Research and Technology*. 2014;2(3):93–100.

7. Calugar P.C., Coldea T.E., Salantă L.C., Pop C.R., Pasqualone A., Burja-Udrea C., et al. An overview of the factors influencing apple cider sensory and microbial quality from raw materials to emerging processing technologies. *Processes*. 2021;9(3):502. DOI: 10.3390/pr9030502.

8. Ageyeva N.M., Ulyanovskaya E.V., Shirshova A.A., Tikhonova A.N., Khrapov A.A., Chernutskaya E.A. Physico-chemical parameters of ciders of various manufacturers. *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii = Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2023;79(1):242–252. (In Russian). DOI: 10.30679/2219-5335-2023-1-79-242-252. EDN: KARHGN.

9. Ostrom M.R., Conner D.S., Tambet H., Smith K.S., Serrine J.R., Howard P.H., et al. Apple grower research and extension needs for craft cider. *American Society for Horticultural Science*. 2022;32(2):147–157. DOI: 10.21273/HORTTECH04827-21.

10. Weide J.V., van Nocker S., Gottschalk C. Meta-analysis of apple (*Malus × domestica* Borkh.) fruit and juice quality traits for potential use in hard cider production. *Plants, People, Planet*. 2022;4(5):463–475. DOI: 10.1002/ppp3.10262.

11. Bortolini D.G., Benvenuti L., Demiate I.M., Nogueira A., Alberti A., Ferreira Zielinski A.A. A new approach to the use

of apple pomace in cider making for the recovery of phenolic compounds. *LWT*. 2020;126:109316. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.109316.

12. Włodarska K., Pawlak-Lemańska K., Górecki T., Sikorska E. Classification of commercial apple juices based on multivariate analysis of their chemical profiles. *International Journal of Food Properties*. 2017;20(8):1773–1785. DOI: 10.1080/10942912.2016.1219367.

13. Barker B.T.P. The production of cider fruit on bush trees – vintage quality trials, In: *Annual Report of the Long Ashton Research Station*. 1943, p. 124–135.

14. Lea A.G.H., Drilleau J.-F. Cidermaking. In: Lea A.G.H., Piggott J.R. (eds). *Fermented Beverage Production*. New York: Springer New York; 2003, p. 59–87. DOI: 10.1007/978-1-4615-0187-9_4.

15. Delgado Á. García-Fernández B., Gómez-Cortecero A., Dapena E. Susceptibility of cider apple accessions to European canker – comparison between evaluations in field planted trees and rapid screening tests. *Plants*. 2022;11(9):1145. DOI: 10.3390/plants11091145.

16. Lahaye M., Thoulouze L., Calatraba M., Gauclain T., Falourd X., Le-Quere J.-M., et al. A multimodal and multiscale investigation of factors affecting the juice yield of cider apples. *Food Chemistry*. 2023;420:135649. DOI: 10.1016/j.foodchem.2023.135649.

17. Van Lanen A.L. *The Washington apple: orchards and the development of industrial agriculture*. Norman: University of Oklahoma Press; 2022, vol. 7, 286 p.

18. Kuz'mina E.I., Egorova O.S., Akbulatova D.R. Ciders in Russia and abroad. Raw material. *Pishchevaya promyshlennost' = Food Industry*. 2022;12:87–91. (In Russian). DOI: 10.52653/PPI.2022.12.12.018. EDN: OZBVNH.

19. Levgerova N.S., Salina E.S., Sidorova I.A., Sedov E.N., Yanchuk T.V. Technological indicators of the fruits of hybrid apple rootstocks and the prospects of their use in the production of cider. *Sovremennoe sadovodstvo = Contemporary horticulture*. 2021;3:1–10. DOI: 10.52415/23126701_2021_030. EDN: LJEHTG.

20. Prichko T.G., Chalaya L.D. Technical and biochemical features of fruits of new perspective apple-tree's varieties as the raw material for processing. *Nauchnye trudy Gosudarstvennogo nauchnogo uchrezhdeniya Severo-Kavkazskogo zonal'nogo nauchno-issledovatel'skogo instituta sadovodstva i vinogradarstva Rossijskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk*. 2014;5:190–195. (In Russian). EDN: SHVJEZ.

21. Shirshova A.A., Ageeva N.M., Birukova S.A. A study of the chemical composition of apples of various varieties growing on the farms of the Krasnodar Territory. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii = Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*.

2020;82(2):131-136. (In Russian). DOI: 10.20914/2310-1202-2020-2-131-136. EDN: ANBFGGB.

22. Koch D.A., Tipsina N.N., Koch Zh.A. The method of processing small-fruited apples in mash. *Vestnik KrasGAU = Bulletin of KrasGAU*. 2016;3:67-73. (In Russian). EDN: VQWAGT.

23. Koch D.A. Research of chemical composition of juice from fruits of small-fruited apple trees growing in territory of Krasnoyarsk Krai. *Polzunovskii vestnik*. 2021;3:30-34. (In Russian). DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.004. EDN: KTMQED.

24. Naumova N.L., Lukin A.A., Slepneva T.N., Velisevich E.A. Biochemical composition of zoned apple varieties growing in different agrocenoses. *Izvestiya Vuzov. Prikladnaya Khimiya i Biotekhnologiya = Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology*. 2023;13(2):255-262. (In Russian). DOI: 10.21285/2227-2925-2023-13-2-255-262. EDN: FPSKAN.

25. Makarenko S.A. Comparative assessment of the biochemistry of apple fruits of Altai varieties as a source of nutritious and biologically active substances. *Khimija rastitel'nogo syr'ja = Chemistry of plant raw material*. 2021;3:245-252. (In Russian). DOI: 10.14258/jcprm.2021039177. EDN: BDTBUT.

26. Suprun N.P., Gusakova G.S., Rachenko M.A. The apple pulp enzymatic catalysis. *Khimija rastitel'nogo syr'ja = Chemistry of plant raw material*. 2023;1:307-312. (In Russian). DOI: 10.14258/jcprm.20230111067. EDN: CFMZFK.

27. Gerzhikova V.G. *Methods of techno-chemical control in winemaking*. Simferopol: Tavrida; 2002, 260 p. (In Russian).

28. Anikina N.S., Gerzhikova V.G., Gnilomedova N.V., Pogorelov D.Yu. *Methodology for identifying wine authenticity*. Simferopol: Daipi; 2017, 151 p. (In Russian). EDN: ZGMTHP.

29. Burak L., Zavalei A. Creation of products with high antioxidant activity using apple polyphenolic substances.

Overview. *The Scientific Heritage*. 2022;84-1:28-40. (In Russian). DOI: 10.24412/9215-0365-2022-84-1-28-40. EDN: COBBTZ

30. Górnaś P., Mišina I., Olšteine A., Krasnova I., Pugajeva I., Lacis G., et al. Phenolic compounds in different fruit parts of crab apple: dihydrochalcones as promising quality markers of industrial apple pomace by-products. *Industrial Crops and Products*. 2015;74:607-612. DOI: 10.1016/j.indcrop.2015.05.030.

31. Wojdyło A., Oszmiański J. Antioxidant activity modulated by polyphenol contents in apple and leaves during fruit development and ripening. *Antioxidants*. 2020;9(7):567. DOI: 10.3390/antiox9070567.

32. Vecher A.S., Yurchenko L.A. *Ciders and sparkling apple wines (chemistry and technology)*. Moscow: Pishchevaya promyshlennost'; 1976, 135 p. (In Russian).

33. Gnilomedova N.V., Anikina N.S., Gerzhikova V.G. Profile of sugars in a grape-wine system as the identifying indicator of the authenticity of wine products. *Foods and Raw Materials*. 2018;6(1):191-200. DOI: 10.21603/2308-4057-2018-1-191-200.

34. Khokonov A.B., Khokonova M.B. Changes in the chemical composition of apple juice during maturation and storage. *Biologiya v sel'skom khozyaistve = Biology in Agriculture*. 2022;3:32-34. (In Russian). EDN: RBTFJM.

35. Alberti A., Ferreira Zielinski A.A., Couto M., Judacewski P., Igarashi Mafra L., Nogueira A. Distribution of phenolic compounds and antioxidant capacity in apples tissues during ripening. *Journal of Food Science and Technology*. 2017;54:1511-1518. DOI: 10.1007/s13197-017-2582-z.

36. Wei J., Zhang Y., Yuan Y., Dai L., Yue T. Characteristic fruit wine production via reciprocal selection of juice and non-*Saccharomyces* species. *Food Microbiology*. 2019;79:66-74. DOI: 10.1016/j.fm.2018.11.008.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Супрун Наталья Петровна,

аспирант,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
✉ suprun_np@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6010-4221>

Гусакова Галина Семеновна,

к.с.-х.н., доцент,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
gusakova58@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9222-5295>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Natalya P. Suprun,

Postgraduate Student,
Irkutsk National Research Technical University,
83, Lermontov St., Irkutsk, 664074,
Russian Federation,
✉ suprun_np@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6010-4221>

Galina S. Gusakova,

Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor,
Irkutsk National Research Technical University,
83, Lermontov St., Irkutsk, 664074,
Russian Federation,
gusakova58@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9222-5295>

Аникина Надежда Станиславовна,

д.т.н., главный научный сотрудник,
заведующая лабораторией,
Всероссийский национальный
научно-исследовательский институт
виноградарства и виноделия «Магарах» РАН,
298600, Республика Крым, г. Ялта,
ул. Кирова, 31, Российская Федерация,
hv26@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5682-3426>

Сластья Евгений Анатольевич,

к.б.н., научный сотрудник,
Всероссийский национальный
научно-исследовательский институт
виноградарства и виноделия «Магарах» РАН,
298600, Республика Крым, г. Ялта,
ул. Кирова, 31, Российская Федерация,
phyton.crimea@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-6750-9587>

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад
в подготовку публикации.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта
интересов.

*Все авторы прочитали и одобрили
окончательный вариант рукописи.*

Информация о статье

Поступила в редакцию 20.03.2023.
Одобрена после рецензирования 07.11.2023.
Принята к публикации 30.11.2023.

Nadezhda S. Anikina,

Dr. Sci. (Engineering), Chief Researcher,
Head of Laboratory,
All-Russian National Research Institute
of Vinegrowing and Winemaking, "Magarach" RAS,
31, Kirov St., Yalta, 298600, Republic of Crimea,
Russian Federation,
hv26@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5682-3426>

Evgenii A. Slastyay,

Cand. Sci. (Biology), Researcher,
All-Russian National Research Institute
of Vinegrowing and Winemaking, "Magarach" RAS,
31, Kirov St., Yalta, 298600, Republic of Crimea,
Russian Federation,
phyton.crimea@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-6750-9587>

Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article.

Conflict interests

The authors declare no conflict of interests
regarding the publication of this article.

*The final manuscript has been read and approved
by all the co-authors.*

Information about the article

The article was submitted 20.03.2023.
Approved after reviewing 07.11.2023.
Accepted for publication 30.11.2023.