



Научная статья
4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)
УДК 663. 81

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2025.03.019



ВЛИЯНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА НАТУРАЛЬНЫХ ЯБЛОЧНЫХ СОКОВ

Елена Сергеевна Троско ¹, Юлия Сергеевна Гунина ²,
Оксана Юрьевна Михайлова ³, Елена Владимировна Скороспелова ⁴

^{1, 2, 3, 4} Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий, Барнаул, Россия

¹ nord-hmel@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2302-2160>

² jugunina@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4955-1033>

³ mihailova_oxana007@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4554-9449>

⁴ elenkavinodel@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9508-7342>

Аннотация. Яблоки – доступный витаминный продукт для большей части населения РФ, их потребление в свежем виде возможно в течение всего года. Много исследований проводится в отношении антиоксидантной активности полифенольных соединений, находящихся в яблоках. Содержание полифенольных веществ в новых сортообразцах яблони не снижается, а порой и превосходит дикие формы. Высокое содержание в плодах органических кислот уменьшает окисление полифенолов, что повышает профилактические качества плодов. Для круглогодичного потребления целесообразно изготавливать из плодов яблонь-полукультурок продукты переработки, самыми популярными из которых являются соки. Цель исследования – изучение взаимосвязей биохимических показателей и органолептических качеств соков, приготовленных из плодов яблони алтайской селекции. Задачи – оценить органолептические качества (вкус, аромат и внешний вид) и биохимический состав соков (сумма органических кислот, сахаров и полифенолов), выявить наличие взаимосвязей между органолептическими и биохимическими показателями. Исследования выполнены в лаборатории селекции плодовых и ягодных культур и лаборатории индустриальных технологий Федерального Алтайского научного центра агробиотехнологий в 2020–2024 гг. Для данного исследования объектами послужили лучшие по комплексу признаков сорта яблони, а также отборные и элитные гибриды с хорошим и отличным вкусом свежих плодов (4,1–4,7 баллов). Согласно методическим рекомендациям, из плодов изготовлены натуральные нефilterованные соки без добавленных подсластителей. Исследования заключались в изучении взаимосвязей между компонентами восприятия вкуса яблочных соков и их биохимическим составом. При выявлении закономерностей физико-химических показателей обнаружено наличие взаимосвязей между органолептическими качествами соков. Среди биохимических показателей наиболее тесно со вкусом коррелирует общее количество сахаров в соке ($r = 0,528$). Выявлено достоверно значимое влияние суммы сахаров ($p \leq 0,0001$; $\beta = 0,383$) и суммы органических кислот ($p \leq 0,0001$; $\beta = -0,323$) на органолептические качества натуральных яблочных соков, при этом вклад сахаров в восприятие вкуса выше, чем кислот.

Ключевые слова: яблоня, яблочный сок, органолептические качества, биохимический состав, корреляция, вкус, сахарокислотный индекс, полифенолы, сумма сахаров, органические кислоты.

Для цитирования: Влияние биохимических показателей на органолептические качества натуральных яблочных соков / Е. С. Троско [и др.] // Ползуновский вестник. 2025. № 3, С. 118–123. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2025.03.019. EDN: <https://elibrary.ru/EVJNRE>.

Original article

INFLUENCE OF BIOCHEMICALPARAMETERSONORGANOLEPTIC QUALITIES OF NATURALAPPLEJUICES

Elena S. Trosko ¹, Yulia S. Gunina ², Oksana Y. Mikhailova ³,
Elena V. Skorospelova ⁴

^{1, 2, 3, 4} Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies, Barnaul, Russia

¹ nord-hmel@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2302-2160>

² jugunina@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4955-1033>

³ mihailova_oxana007@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4554-9449>

⁴ elenkavinodel@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9508-7342>

Abstract. Apples represent a readily accessible source of vitamins for the majority of the population of the Russian Federation, with their consumption in fresh form being a year-round possibility. A substantial body of research has been dedicated to investigating the antioxidant properties of the polyphenolic compounds present in apples. Notably, the

© Троско Е. С., Гунина Ю. С., Михайлова О. Ю., Скороспелова Е. В., 2025

ВЛИЯНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА НАТУРАЛЬНЫХ ЯБЛОЧНЫХ СОКОВ

content of these polyphenols in new apple varieties does not decrease, and in some cases, it exceeds that of wild forms. The high content of organic acids in fruits has been demonstrated to reduce the oxidation of polyphenols, thereby enhancing their preventive qualities. The year-round consumption of processed products derived from crab-apple trees is recommended, with juices being the most popular. The present study aims to investigate the interrelations of biochemical parameters and organoleptic qualities of juices prepared from fruits of Altai apple tree breeding. The objectives of the study are threefold: firstly, to evaluate the organoleptic qualities (taste, aroma and appearance) and biochemical composition of juices (sum of organic acids, sugars and polyphenols); secondly, to reveal the presence of interrelations between organoleptic and biochemical indicators; and thirdly, to provide a comprehensive understanding of the relationship between the organoleptic and biochemical characteristics of juices produced from Altai apple trees. The research was conducted in the laboratory of fruit and berry crops selection and the laboratory of industrial technologies of the FSBSI «Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnology» between 2020-2024. The study utilised the finest apple varieties, along with selected and elite hybrids that demonstrated a superior taste profile (4.1-4.7 points) in fresh fruit. In accordance with the methodological recommendations, natural unfiltered juices devoid of added sweeteners were prepared from the fruits. The research endeavour focused on the exploration of the interrelationships between the components of flavour perception of apple juices and their biochemical composition. The identification of patterns in physico-chemical indicators revealed the presence of interrelationships between the organoleptic qualities of the juices. Among the biochemical indicators, the total amount of sugars in juice exhibited the strongest correlation with flavour ($r=0.528$). The study revealed a significantly significant influence of the sum of sugars ($p \leq 0.0001$; $\beta=0.383$) and the sum of organic acids ($p \leq 0.0001$; $\beta = -0.323$) on the organoleptic qualities of natural apple juices, with the contribution of sugars to flavour perception being higher than that of acids.

Keywords: apple trees, apple juice, organoleptic qualities, biochemical composition, correlation, flavour, sugar acid index, polyphenols, sum of sugars, organic acids.

For citation: Trosko, E.S., Gunina, Yu.S., Mikhailova, O.Yu. & Skorospelova, E.V. (2025). Influence of biochemical parameters on organoleptic qualities of natural apple juices. *Polzunovskiy vestnik*, (3), 118-123. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2025.03.019. EDN: <https://elibrary.ru/EVJNRE>.

ВВЕДЕНИЕ

Яблоки составляют важную часть рациона человека, являясь источником моносахаридов, минералов, пищевых волокон и различных биологически активных соединений, (в том числе действующих как природные антиоксиданты) [1]. Яблоки считаются наиболее доступным витаминным продуктом. Для большей части населения РФ потребление свежих яблок возможно в течение всего года.

Поскольку яблоки распространенный продукт питания, их полезное воздействие интенсивно изучается, особенно много исследований посвящено антиоксидантной активности полифенольных соединений, содержащихся в их плодах. Клинические исследования показали эффективность влияния некоторых соединений полифенольной группы на организм человека, хотя большинство из них на данный момент не имеют доказанной эффективности и рассматриваются как профилактические [2–4].

Мировой генофонд яблони составляет более 7000 сортов. Несмотря на богатый ассортимент, рынок представлен десятком товарных сортов, которые занимают основные площади коммерческих посадок яблони по всему миру, в том числе и на территории РФ.

В связи с привлечением в селекцию *Malus baccata* и *Malus prunifolia*, сибирский районированный сортимент яблони обладает высокой зимо- и морозостойкостью, коротким вегетационным периодом, а также генетически обусловленным повышенным количеством полифенолов. Генетические особенности *M. baccata* и первостепенность зимостойкости над прочими качествами сформировали особый тип зимостойких полукультурок, подходящих для выращивания в континентальном климате при особенных условиях увлажнения. Антиоксидантные и прочие свойства полифенольных веществ физиологически необходимы яблоне в зонах рискованного земледелия обуславливают наличие высокого их содержания в тканях яблони сибирского сортимента (в том числе плодах), что, безусловно, оказывает влияние на сортоспецифические вкусовые и технологические качества [3, 5–8].

Несмотря на то, что селекция яблони в Сибири велась на комплекс хозяйственно-полезных признаков и направлена в какой-то мере на приближение товарных качеств местных яблок к коммерческим мировым сортам, содержание полифенольных веществ в новых сортообразцах алтайской селекции не ниже, а порой и выше, чем у видовых форм (общепринятых «чемпионов» по количеству полифенолов). Высокий же уровень органических кислот уменьшает окисление полифенолов, что в совокупности повышает профилактические качества плодов яблони-полукультурки.

В связи с отсутствием в сибирском районированном сортименте настоящих «зимних» сортов (пригодных для длительного хранения) для круглогодичного потребления целесообразно изготавливать из плодов яблонь-полукультурок продукты переработки, самыми популярными из которых являются соки. Несмотря на то, что питательная ценность целых яблок выше, чем изготовленных из них соков, нефiltroванные неосветленные натуральные соки без добавленных подсластителей являются удобной заменой свежим плодам.

Результаты исследований [9–14] показывают наличие связей между различными показателями яблочных соков, отмечая тесные корреляционные связи вкуса и сахарокислотный индекс (СКИ), суммы органических кислот, растворимых сухих веществ, сахаров и т.д. Также существуют данные, указывающие на региональные особенности предпочтений некоторых аспектов вкуса как самих яблок, так и изготовленных из них соков.

Целью данного исследования было изучение взаимосвязей биохимических показателей и органолептических качеств соков, приготовленных из плодов яблони алтайской селекции.

МЕТОДЫ

Исследования проведены в лаборатории селекции плодовых и ягодных культур и лаборатории промышленных технологий Федерального Алтайского научного центра агробиотехнологий. Объектами послужили сортообразцы яблони-полукультурки алтай-

ской селекции ($F_2 - F_5 M. baccata$). Сбор плодов осуществлялся на участке первичного сортоизучения яблони лаборатории селекции плодовых и ягодных культур. Яблоки собирали в состоянии технической зрелости с разных частей кроны в стабильно сухую погоду. Исследования проводились в течение нескольких лет (2020–2024 гг.), для исключения эффекта года (погодных условий). Из плодов изготавливались натуральные нефилтрованные соки прямого отжима без добавления сахара, в соответствии с основными правилами, технологическими инструкциями и нормативными материалами по производству консервной продукции. Яблоки инспектировали (удаляли поврежденные, незрелые плоды, листья, ветки и другой сор), мыли и дробили (измельчали). Из полученной мякоти извлекали сок, доводили его до кипения, разливали горячим способом в стерилизованную стеклянную тару. Органолептическую оценку и биохимический анализ проводили после хранения (6 мес.). Дегустация проводилась комиссией закрытым методом. Оценивались органолептические качества соков («внешний вид», «вкус», «аромат»), «общая оценка» – как среднеарифметическое вышеперечисленного. Биохимический анализ образцов проводили по общепринятым для технологического сортоизучения методам: содержание сахаров – методом прямого титрования [15]; определение общей кислотности – титрованием с последующим пересчетом на яблочную кислоту [16]; общее содержание фенольных веществ – колориметрическим методом с реактивом Фолина–Чокальтеу.

Статистический анализ данных выполнен с помощью программного обеспечения Excel и IBMS PSS Statistics 23.0. с использованием дисперсионного (ANOVA) и регрессионного анализа. Для выявления

связей между параметрами использован тест ранговой корреляции Спирмена.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

В данном исследовании изучены контрольные сорта яблони (лучшие в районированном сортименте), а также отборные и элитные гибриды, выделенные по комплексу хозяйственно-полезных признаков, одним из которых является хороший и отличный вкус свежих плодов (4,1–4,7 баллов). Согласно методическим рекомендациям, из плодов изготовлены натуральные нефилтрованные соки без добавленных подсластителей. Цель исследования заключалась не в поиске лучшего сорта-образца для производства соков, а в изучении взаимосвязей между компонентами восприятия вкуса яблочных соков и их биохимическим составом.

Изготовленные соки обладали хорошим вкусом (4,5 балла), ароматом (4,6 балла) и внешним видом (4,4 балла), общая дегустационная оценка составила 4,5 балла (таблица 1). Органолептические качества соков в среднем показали низкую вариативность (9,1 %, 8,9 %, 8,7 % и 6,7 % соответственно), в то время как биохимические показатели варьировали на высоком и очень высоком уровне (10,5 %...91,0 %). Наиболее однородным биохимическим показателем в выборке оказалось общее содержание сахаров (средний коэффициент вариации 10,5 %). Коэффициент вариации общего содержания полифенолов оценивается как очень высокий (53,3 %), наибольшая степень варьирования среди изученных образцов отмечена у параметра СКИ и составила 91,0 %, что показывает высокую сортоспецифичность данного показателя.

Таблица 1 – Химико-органолептическая характеристика натуральных яблочных соков, 2020–2024 гг.

Table 1 – The chemical and organoleptic characteristics of natural apple juices from 2020 to 2024

Сорто-образец	Внешний вид, балл	Вкус, балл	Аромат, балл	Общая оценка, балл	Σ сахаров, %	Σ органических кислот, %	СКИ, ед.	Σ полифенолов, мг/дм ³
Алтайское багряное	4,4±0,4	4,3±0,4	4,6±0,3	4,4±0,3	12,5±0,1	0,9±0,4	16,2±7,0	1163,1±252,3
Алтайское зимнее	4,7±0,5	4,4±0,3	4,6±0,4	4,5±0,3	12,3±0,2	0,9±0,2	13,4±2,3	818,9±29,6
Алтайское румяное	4,3±0,4	4,3±0,4	4,5±0,4	4,4±0,3	11,8±0,7	1,0±0,1	11,7±0,5	850,9±212,4
10-99-1241	4,5±0,4	4,5±0,4	4,6±0,3	4,5±0,3	12,6±0,4	0,9±0,0	13,4±0,6	1382,7±219,1
13-99-898	4,7±0,3	4,6±0,4	4,6±0,4	4,6±0,3	11,7±0,6	0,1±0,0	90,3±25,1	639,2±213,5
19-99-2320	4,4±0,5	4,7±0,3	4,7±0,4	4,6±0,3	12,1±0,9	0,6±0,1	20,2±2,4	866,3±303,4
32-99-1927	4,5±0,4	4,6±0,4	4,6±0,3	4,6±0,3	12,0±0,5	0,6±0,1	19,1±1,5	403,6±149,2
9-03-4260	4,4±0,4	4,4±0,3	4,5±0,4	4,4±0,3	15,3±1,3	0,7±0,1	22,8±5,1	944,2±477,8
Со-97-588	4,4±0,5	4,7±0,3	4,7±0,4	4,6±0,3	13,6±2,1	0,6±0,1	22,3±4,2	560,8±78,1
Со-99-3091	4,3±0,4	4,7±0,3	4,6±0,3	4,5±0,2	12,4±0,4	0,3±0,1	47,6±12,5	2076,9±342,6
$\bar{X} \pm m$	4,4±0,4	4,5±0,4	4,6±0,4	4,5±0,3	12,4±1,3	0,7±0,3	27,9±25,4	982,1±523,9
V, %	9,1	8,9	8,7	6,7	10,5	42,9	91,0	53,3

Мнения исследователей о том, что является основным компонентом восприятия органолептических качеств яблочных соков, разнятся [2, 17–18]. Чаще всего в качестве основополагающего показателя упоминается СКИ (расчетный показатель отношения суммы сахаров к сумме органических кислот). Так, Zhang и др. выявили отрицательную корреляцию между восприятием вкуса яблочных соков и СКИ ($r = -0,68$), а также положительную ($r = 0,65$) с суммой органических кислот. Следует отметить, что высокие оценки «кислых» яблочных соков связаны в первую очередь с особенностью изученного авторами товарного сор-

тимента, характерного для рынка КНР – многие сорта, попавшие в выборку, содержат очень низкое количество органических кислот и рекомендация авторов использовать в соковом производстве сорта, СКИ которых ниже 40 ед., безусловно, логична. Для отечественного потребителя встреча с яблочными соками, СКИ которых ≥ 40 ед. является скорее исключением. Так объемные исследования, проведенные во ВНИИСПК, рекомендуют для сокового производства показания СКИ на уровне 15–20 ед., при среднем значении в 14–15 ед. [9–11, 19–21].

ВЛИЯНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА НАТУРАЛЬНЫХ ЯБЛОЧНЫХ СОКОВ

Наши результаты частично подтверждают результаты, полученные в других лабораториях (рисунок 1). В ходе исследования выявлена умеренная положительная связь восприятия вкуса и общего количества сахаров ($r = 0,528$), а также СКИ ($r = 0,505$).



Рисунок 1 – Корреляционные пары химико-органолептических показателей яблочных соков

Figure 1 – The correlation pairs of chemical and organoleptic parameters of apple juices

В связи с тем, что корреляция вкуса и суммы органических кислот не выявлена, мы можем предположить, что взаимосвязь между восприятием вкуса и СКИ для изучаемых сортов происходит за счет сахаров, а не кислот. Кроме того, отличия в роли суммы сахаров (и тесноты связи) в образцах, исследованных нами и нашими зарубежными коллегами, можно объяснить предположительной разницей компонентного состава сахаров – сортоспецифичные различия в соотношении фруктозы, глюкозы, сахарозы и сорбита обуславливают разницу восприятия сладости вкуса, т.к. каждый из сахаров имеет характерный показатель сладости. Мировые исследования показывают, что в процессе одомашнивания общее содержание сахара в плодах яблони не изменилось, однако изменился их компонентный состав, а т.к. генетическая основа сортирмента в разных регионах селекции отличается, различия в органолептическом восприятии сладости при одинаковых численных показателях суммы сахаров вполне оправдана [4, 12]. Коэффициент корреляции не подразумевает причинно-следственной связи, но понимание наличия и характера связи является важной частью сравнительного анализа компонентов. Наиболее тесные взаимосвязи отмечены между органолептическими качествами – так коэффициент корреляции между вкусом и внешним видом, а также вкусом и ароматом составили $r = 0,521$ и $r = 0,758$ соответственно, что позволяет предположить оценку дегустаторов более «сладких» соков как более ароматных и привлекательных (и наоборот).

Для уточнения взаимодействия органолептических качеств и компонентного состава соков проведен дисперсионный и регрессионный анализ. Предикторам восприятия вкуса достоверно являются сумма сахаров ($p \leq 0,0001$; $\beta = 0,383$), антипредиктором – сумма органических кислот ($p \leq 0,0001$; $\beta = -0,323$). Вклад биохимического состава в оценку дегустаторами внешнего вида составил $\beta = 0,374$ для суммы сахаров ($p \leq 0,0001$), $\beta = 0,300$ для сахарокислотного индекса ($p \leq 0,0001$) и $\beta = -0,151$ для суммы полифенолов ($p \leq 0,003$). Значимое влияние на оценку аромата выявлено только для суммы сахаров ($p \leq 0,0001$; $\beta = 0,374$).

Предположительно, улучшенные вкусовые качества плодов (высокие дегустационные оценки) связаны с меньшим содержанием полифенолов, а гене-

тические особенности изучаемых форм – с большим. Мы рассмотрели наличие взаимосвязей между высоким содержанием полифенолов и органолептическими характеристиками яблочных соков. Несмотря на то, что полифенольные соединения имеют большое влияние на органолептические качества ферментированных продуктов из яблок (таких как сидры и ферментированные напитки на основе яблочных соков) [13], корреляционной связи между вкусом и количеством в соках полифенолов в наших исследованиях не выявлено.

Тем не менее, высокое содержание полифенольных веществ не могло не оказать влияния на полученный продукт. Несмотря на то, что принятое мнение отрицательного влияния полифенольных соединений на вкусовые качества яблок не подтвердилось, наши исследования показали отрицательное влияние количества суммы полифенолов на внешний вид соков ($\beta = -0,151$, $p \leq 0,003$), что согласуется с физиологическими аспектами влияния полифенолов на потемнение яблок [14].

В соках с более высоким содержанием полифенолов наблюдалась опалесценция, они оценивались дегустаторами как «мутные» и менее привлекательной окраски (бурые, коричневые). Впрочем, больший вклад в восприятие внешнего вида внесли сахара и СКИ ($\beta = 0,374$, $p \leq 0,0001$ и $\beta = 0,300$, $p \leq 0,0001$ соответственно).

Таким образом, наши исследования показали взаимосвязи между воспринимаемыми дегустаторами органолептическими качествами. Среди биохимических показателей достоверное влияние на оценку вкусовых качеств выявлено для общего содержания сахаров и, в свою очередь, для отношения сахара к кислотам, выраженное в сахарокислотном индексе. Общее содержание полифенолов не оказало влияние на вкус и аромат, при этом отмечено слабое отрицательное влияние на внешний вид изученных яблочных соков.

ВЫВОДЫ

Все изученные образцы получили высокие вкусовые оценки 4,3–4,7 балла ($V = 8,9\%$), несмотря на значительную вариативность сахарокислотного индекса ($V = 91,0\%$) и суммы органических кислот ($V = 42,9\%$).

Самые высокие дегустационные оценки ($4,6 \pm 0,3$ балла) у образцов соков с общим содержанием сахаров 11,7–13,6 %, суммой органических кислот 0,1–0,6 %, СКИ 19,1–90,3 ед. и суммой полифенолов 403,6–866,3 мг/дм³.

При выявлении закономерностей между органолептическими качествами и биохимическими показателями обнаружено наличие взаимосвязей между органолептическими качествами соков. Среди биохимических показателей наиболее тесно со вкусом коррелирует общее количество сахаров в соке ($r = 0,528$). Выявлено достоверное значимое влияние суммы сахаров ($p \leq 0,0001$; $\beta = 0,383$) и суммы органических кислот ($p \leq 0,0001$; $\beta = -0,323$) на органолептические качества натуральных яблочных соков, при этом вклад сахаров в восприятие вкуса выше, чем кислот.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Health Benefits of Apple Juice Consumption: A Review of Interventional Trials on Humans / B. Vallée Marcotte [et al.] // *Nutrients*. 2022. № 14(4): 821. doi.org/10.3390/nu14040821.
2. Analysis of Selected Physicochemical Properties of Commercial Apple Juices / L. Rydzak [et al.] // *Processes*. 2020. № 8(11): 1457. doi.org/10.3390/pr8111457.
3. Unveiling Apple Diversity: The Quality of Juice Produced from Old vs. Commercial Apple Cultivars / A. Lončarić

[et al.] // *Plants*. 2023. № 12(21):3733. doi.org/10.3390/plants12213733.

4. Muhamedagić F., Šertović E., Cero M. Comparative Assessment of the Quality of Apple Juice Produced by Ecological and Technological Process // *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2023. Vol 707. Springer, Cham. P. 228–235. doi.org/10.1007/978-3-031-34721-4.

5. Калинина И.П., Ящемская З.С., Макаренко С.А. Селекция яблони на юге Западной Сибири. Новосибирск, 2010. 274 с.

6. Биохимическая и технологическая характеристика новых сортов-клонов яблони Сиверса из Джунгарского алау / Г.С. Муканова [и др.] // *Биология растений и садоводство: теория, инновации*. 2017. № 144(1). С. 203–207.

7. Биохимический состав фруктового сула из мелкоплодных сортов яблони Южного Прибайкалья / Н.П. Супрун [и др.] // *Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология*. 2023. № 4(47). С. 611–620. doi.org/10.21285/2227-2925-2023-13-4-611-620.

8. Кох Д.А. Исследование химического состава сока из плодов мелкоплодных яблонь, произрастающих на территории Красноярского края // *Ползуновский вестник*. 2021. № 3. С. 30–34. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.004.

9. Седов Е.Н., Левгерова Н.С. Селекция сортов яблони для производства соков // *Аграрная наука*. 2012. № 4. С. 14–15.

10. Левгерова Н.С., Салина Е.С., Седов Е.Н. Перспективы использования новых сортов яблони в качестве сырья для производства соков // *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2018. № 4. С. 19–22. doi.org/10.30850/vrsn/2018/4/19-22.

11. Салина Е.С., Седов Е.Н., Левгерова Н.С. Оценка и селекция сортов яблони для производства сока / под общ. ред. Седова Е.Н. // *Селекция и сортоведение садовых культур : сборник научных трудов. Орёл: ВНИИСПК, 2014. Том 1. С. 63–98.*

12. Evaluation of the Carbohydrate Composition of Crabapple Fruit Tissues Native to Northern Asia / Z. Stavitskaya [et al.] // *Plants*. 2023. № 12(19): 3472. doi.org/10.3390/plants12193472.

13. Apple cultivar-influenced differences in cider: A comprehensive analysis of physicochemical and aroma compounds / Ch. Zeng [et al.] // *Microchemical Journal*. 2025. Vol. 208: 112382. doi.org/10.1016/j.microc.2024.112382.

14. A difference of enzymatic browning unrelated to PPO from physiology, targeted metabolomics and gene expression analysis in Fuji apples / T. Tang [et al.] // *Postharvest Biology and Technology*. 2020. Vol. 170: 111323. doi.org/10.1016/j.postharvbio.2020.111323.

15. ГОСТ 8756.13-87. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров : введ. 1989-01-01. Москва, 2010, 12 с.

16. ГОСТ ISO 750-2013. Продукты переработки плодов и овощей. Определение титруемой кислотности: введ. 2015-07-01. Москва, 2019, 8 с.

17. Chemometric Classification of Apple Cultivars Based on Physicochemical Properties / M. Zhang [et al.] // *Foods*. 2023. № 12(16): 3095. doi.org/10.3390/foods12163095.

18. Chemometric Comparison and Classification of 22 Apple Genotypes Based on Texture Analysis and Physicochemical Quality Attributes / A.E. Mureşan [et al.] // *Horticulturae*. 2022. Vol. 8(1). doi.org/10.3390/horticulturae80100640.

19. Оценка иммунных к парше сортов и гибридов яблони на пригодность для производства сока / Н.С. Левгерова [и др.] // *Российская сельскохозяйственная наука*. № 6. С. 9–11.

20. Левгерова Н.С., Салина Е.С. Технологическая оценка сортов яблони нового поколения селекции ВНИИСПК для производства сока // *Научные труды Северо-*

Кавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства. 2016. Т. 10. С. 65–72.

21. Салина Е.С., Левгерова Н.С., Сидорова И.А. Сорта яблони селекции ВНИИСПК для использования в соковом производстве // *Селекция, генетика и сортовая агротехника плодовых культур : сборник научных статей. Орёл : Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 2013. С. 39–43.*

Информация об авторах

Е. С. Троско – научный сотрудник Федерального Алтайского научного центра агробиотехнологий.

Ю. С. Гунина – научный сотрудник Федерального Алтайского научного центра агробиотехнологий.

О. Ю. Михайлова – научный сотрудник Федерального Алтайского научного центра агробиотехнологий.

Е. В. Скороспелова – научный сотрудник Федерального Алтайского научного центра агробиотехнологий.

REFERENCES

1. Vallée Marcotte, B., Verheyde, M., Pomerleau, S., Doyen, A. & Couillard, C. (2022). Health Benefits of Apple Juice Consumption: A Review of Interventional Trials on Humans. *Nutrients*, 14(4), 821. doi.org/10.3390/nu14040821.

2. Rydzak, L., Kobus, Z., Nadulski, R., Wilczyński, K., Pecyna, A., Santoro, F., Sagan, A., Starek-Wójcicka, A., & Krzywicka, M. (2020). Analysis of Selected Physicochemical Properties of Commercial Apple Juices. *Processes*, 8(11), 1457. https://doi.org/10.3390/pr8111457.

3. Lončarić, A., Flanjak, I., Kovač, T., Tomac, I., Skoko, A.-MG., Babojelić, MS., Fruk, G., Zrinušić, SZ., Čiček, D. & Babić, J. (2023). Unveiling Apple Diversity: The Quality of Juice Produced from Old vs. Commercial Apple Cultivars. *Plants*, 12(21), 3733. doi.org/10.3390/plants12213733.

4. Muhamedagić, F., Šertović, E. & Cero, M. (2023). Comparative Assessment of the Quality of Apple Juice Produced by Ecological and Technological Process. *Lecture Notes in Networks and Systems*, (707), 228–235. doi.org/10.1007/978-3-031-34721-4.

5. Kalinina, I.P., Yashemskaya, Z.S. & Makarenko, S.A. (2010). Apple tree breeding in the south of Western Siberia. Novosibirsk. (In Russ.).

6. Mukanova, G.S., Sankaibayeva, A.G., Shadmanova, L.Sh. & Kudzhabergenova, Sh.N. (2017). Biochemical and technological characteristics of new clone varieties of the Siversapple tree from the Dzungarian Alatau. *Plantbiology and horticulture: theory, innovation*, (144(1)). (In Russ.).

7. Suprun, N.P., Gusakova, G.S., Anikina, N.S. & Slasya, E.A. (2023). Biochemical composition of fruitwort from small-fruited apple varieties of the Southern Baikal region. *Izvestiya vuzov. Applied Chemistry and Biotechnology*, 4(47), 611–620. (In Russ.). doi.org/10.21285/2227-2925-2023-13-4-611-620.

8. Koh, D.A. (2021). Investigation of the chemical composition of juice from the fruits of small-fruited apple trees growing in the Krasnoyarsk Territory. *Polzunovskiy vestnik*, (3), 30–34. (In Russ.). doi:10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.004.

ВЛИЯНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА НАТУРАЛЬНЫХ ЯБЛОЧНЫХ СОКОВ

9. Sedov, E.N. & Levgerova, N.S. (2012). Selection of apple tree varieties for juice production. *Agricultural science*, (4), 14-15. (In Russ.).
10. Levgerova, N.S., Salina, E.S. & Sedov, E.N. (2018). Prospects of using new varieties of apple trees as raw materials for juice production. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*, (4), 19-22. (In Russ.). doi.org/10.30850/vrsn/2018/4/19-22.
11. Salina, E.S., Sedov, E.N. & Levgerova, N.S. (2014). Evaluation and selection of apple tree varieties for juice production. Breeding and cultivar breeding of garden crops: a collection of scientific papers. E.N. Sedov (Ed.). Orel: VNIISPK, (1), 63-98. (In Russ.).
12. Stavitskaya, Z., Dudareva, L., Rudikovskii, A., Garkava-Gustavsson, L., Shabanova, E., Levchuk, A. & Rudikovskaya, E. (2023). Evaluation of the Carbohydrate Composition of Crabapple Fruit Tissues Native to Northern Asia. *Plants*, 12(19), 3472. doi.org/10.3390/plants12193472.
13. Zeng, Ch., Mu, Y., Yuan, J., Zhang, H., Song, J. & Kang, S. (2025). Apple cultivar-influenced differences in cider: A comprehensive analysis of physicochemical and aroma compounds. *Microchemical Journal*, (208), 112382. doi.org/10.1016/j.microc.2024.112382.
14. Tang, T., Xie, X., Ren, X., Wang, W., Tang, X., Zhang, J. & Wang, Zh. (2020). A difference of enzymatic browning unrelated to PPO from physiology, targeted metabolomics and gene expression analysis in Fuji apples. *Postharvest Biology and Technology*, (170), 111323. doi.org/10.1016/j.postharvbio.2020.111323.
15. Fruit and vegetable processing products. Methods for determining sugars. (2010). HOST 8756.13-87 from 1 January 1989. Moscow. (In Russ.).
16. Fruit and vegetable processing products. Determination of titratable acidity. (2019). HOST ISO 750-2013 from 01 July 2015. Moscow. (In Russ.).
17. Zhang, M., Yin, Y., Li, Y., Jiang, Y., Hu, X. & Yi, J. (2023). Chemometric Classification of Apple Cultivars Based on Physicochemical Properties: Raw Material Selection for Processing Applications. *Foods*, 12(16), 3095. doi.org/10.3390/foods12163095.
18. Mureșan, A.E., Sestras, A.F., Militaru, M., Păucean, A., Tanislav, A.E., Pușcaș, A., Mateescu, M., Mureșan, V., Marc, R.A. & Sestras, R.E. (2022). Chemometric Comparison and Classification of 22 Apple Genotypes Based on Texture Analysis and Physico-Chemical Quality Attributes. *Horticulturae*, 8(1), 64. doi.org/10.3390/horticulturae80100640.
19. Levgerova, N.S., Sedov, E.N., Salina, E.S. & Serova, Z.M. (2016). Assessment of scab-immune apple tree varieties and hybrids for suitability for juice production. *Russian Agricultural Sciences*, (6), 9-11. (In Russ.).
20. Levgerova, N.S. & Salina, E.S. (2016). Technological assessment of apple varieties of a new generation of VNIISPK breeding for juice production. *Scientific papers of the North Caucasus Zonal Scientific Research Institute of Horticulture and Viticulture*, (10), 65-72. (In Russ.).
21. Salina, E.S., Levgerova, N.S. & Sidorova, I.A. (2013). Apple tree varieties selected by VNIISPK for use in juice production. *Collection of scientific articles «Breeding, genetics and varietal agrotechnics of fruit-crops»*. Orel: All-Russian Scientific Research Institute of Fruit Crop Breeding, 39-43. (In Russ.).

Information about the authors

E.S. Trosko - Researcher at the Federal Altai Scientific Center of agrobiotechnologies.
Yu.S. Gunina - Researcher at the Federal Altai Scientific Center of agrobiotechnologies.
O.Yu. Mikhailova - Researcher at the Federal Altai Scientific Center of agrobiotechnologies.
E.V. Skorospelova - Researcher at the Federal Altai Scientific Center of agrobiotechnologies.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

*Статья поступила в редакцию 22 октября 2024; одобрена после рецензирования 24 июня 2025; принята к публикации 10 июля 2025.
The article was received by the editorial board on 22 Oct 2024; approved after editing on 24 June 2025; accepted for publication on 10 July 2025.*