

Маргарита Алексеевна Макаркина^{1✉}, Татьяна Павловна Рахметова²,
Оксана Альфредовна Ветрова³, Александра Алексеевна Гуляева⁴

^{1,2,3}Всероссийский НИИ селекции плодовых культур, дер. Жилина, Орловская область, Россия

¹makarkina@orel.vniispk.ru

²rahmetova@orel.vniispk.ru

³vetrova@orel.vniispk.ru

⁴gulyaeva@orel.vniispk.ru

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА НА МАССУ И ПОКАЗАТЕЛИ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ВКУС ПЛОДОВ ВИШНИ

Цель исследований – изучение влияния метеорологических условий вегетационного периода на массу и показатели биохимического состава, определяющие вкус плодов вишни. Исследования проводились в ФГБНУ «Всероссийский НИИ селекции плодовых культур» (ВНИИСПК) (Орловская область) в 2018–2021 гг., объекты исследований – 9 сортов вишни селекции ВНИИСПК. Отбор проб осуществляли на участках сортоизучения вишни, анализ химического состава плодов – в лаборатории биохимии. В образцах вишни, отобранных в количестве 1,0 кг в период полной зрелости, определяли: массу плода – взвешиванием на технотехнических весах, содержание растворимых сухих веществ (РСВ) – рефрактометрическим методом; суммы сахаров – методом Бертрана; органических кислот – методом титрования вытяжек 0,1 н. раствором гидроксида натрия. Рассчитаны сахарокислотный индекс (СКИ), гидротермический коэффициент (ГТК) по Т.Т. Селянинову, коэффициенты парной корреляции. Метеорологические условия вегетационного периода оказали существенное влияние на содержание изучаемых биохимических компонентов и массу плода, в большей степени осадки, что подтверждается рассчитанными коэффициентами парной корреляции: установлена прямая связь между количеством выпавших осадков и массой плода ($r = +0,82$), содержанием сахаров ($r = +0,94$), моносахаров ($r = +0,72$), сахарозы ($r = +0,72$), органических кислот ($r = +0,94$), растворимых сухих веществ в плодах ($r = +0,54$) и обратная – со значением сахарокислотного индекса ($r = -0,95$). Выделены сорта с требуемым уровнем исследуемых признаков и высокой их стабильностью ($V \leq 10,0 \%$): по массе – Верея, Превосходная Веньяминова, Путинка, Тургеневка; по содержанию РСВ и сахаров – Превосходная Веньяминова, Подарок учителям, Путинка; по содержанию органических кислот – Бусинка, Подарок учителям; по сахарокислотному индексу – Превосходная Веньяминова, Подарок учителям; по комплексу признаков – сорт Превосходная Веньяминова, Подарок учителям.

Ключевые слова: вишня, сорта, метеорологические условия, масса плода, растворимые сухие вещества, сахара, органические кислоты, сахарокислотный индекс

Для цитирования: Макаркина М.А., Рахметова Т.П., Ветрова О.А., и др. Влияние метеорологических условий вегетационного периода на массу и показатели биохимического состава, определяющие вкус плодов вишни // Вестник КрасГАУ. 2025. № 8. С. 65–80. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-8-65-80.

Финансирование: исследование выполнено в рамках государственного задания по теме «Создание новых конкурентоспособных, адаптивных сортов косточковых культур с использованием инновационных методов селекции и разработка экологически безопасных элементов технологии выращивания и переработки» (№ FGZS-2022-0009).

Margarita Alekseevna Makarkina^{1✉}, Tatyana Pavlovna Rakhmetova², Oksana Alfredovna Vetrova³, Alexandra Alekseevna Gulyaeva⁴

^{1,2,3}All-Russian Research Institute of Fruit Crops Selection, Zhilina village, Orel Region, Russia

¹makarkina@orel.vniispk.ru

²rahmetova@orel.vniispk.ru

³vetrova@orel.vniispk.ru

⁴gulyaeva@orel.vniispk.ru

INFLUENCE OF VEGETATION PERIOD METEOROLOGICAL CONDITIONS ON THE MASS AND INDICATORS OF BIOCHEMICAL COMPOSITION DETERMINING CHERRY FRUITS TASTE

The aim of research is to study the influence of meteorological conditions of the growing season on the weight and biochemical composition indicators that determine the taste of cherry fruits. The studies were conducted at the All-Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPК) (Orel Region) in 2018–2021; the objects of the study were 9 cherry varieties bred by VNIISPК. Sampling was carried out at the cherry variety study sites, and the chemical composition of the fruits was analyzed in the biochemistry laboratory. In cherry samples taken in the amount of 1.0 kg during the period of full maturity, the following were determined: fruit weight – by weighing on a technochemical scale, soluble solids content (SSC) – by the refractometric method; sugar amounts – by the Bertrand method; organic acids – by titrating extracts with 0.1 N sodium hydroxide solution. The sugar-acid index (SAI), hydrothermal coefficient (HTC) according to T.T. Selyaninov, and pair correlation coefficients were calculated. Meteorological conditions of the growing season had a significant impact on the content of the studied biochemical components and fruit weight, to a greater extent precipitation, which is confirmed by the calculated pair correlation coefficients: a direct relationship was established between the amount of precipitation and fruit weight ($r = +0.82$), the content of sugars ($r = +0.94$), monosaccharides ($r = +0.72$), sucrose ($r = +0.72$), organic acids ($r = +0.94$), soluble dry matter in fruits ($r = +0.54$) and an inverse relationship with the value of the sugar-acid index ($r = -0.95$). The varieties with the required level of the studied characteristics and their high stability ($V \leq 10.0\%$) were selected: by weight – Vereya, Prevoskhodnaya Venyaminova, Putinka, Turgenevka; by the content of RSV and sugars – Prevoskhodnaya Venyaminova, Podarok Uchitelam, Putinka; by the content of organic acids – Businka, Podarok Uchitelam; by the sugar-acid index – Prevoskhodnaya Venyaminova, Podarok Uchitelam; by the complex of characteristics – the variety Prevoskhodnaya Venyaminova, Podarok Uchitelam.

Keywords: cherry, varieties, meteorological conditions, fruit weight, soluble dry substances, sugars, organic acids, sugar-acid index

For citation: Makarkina MA, Rakhmetova TP, Vetrova OA, et al. Influence of vegetation period meteorological conditions on the mass and indicators of biochemical composition determining cherry fruits taste. *Bulletin of KSAU*. 2025;(8):65-80. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2025-8-65-80.

Financing: the study was carried out within the framework of the state assignment on the topic “Creation of new competitive, adaptive varieties of stone fruit crops using innovative breeding methods and development of environmentally friendly elements of cultivation and processing technology” (№ FGZS-2022-0009).

Введение. Вишня – древнейшая плодовая культура – одна из популярных в России. Она занимает первое место среди косточковых культур в Нечерноземье и пользуется высоким спросом у населения. Скороплодность, продуктивность, приятный вкус плодов делают эту культуру ценной для промышленного и приусадебного садоводства [1].

Плоды вишни представляют большой интерес, поскольку являются источниками ценных питательных и биологически активных веществ. Согласно литературным данным, в вишне содержатся витамины С, В₁, В₂, В₆, Е, РР, прови-

тамин А, оксикумарины, триптофан, серотонин, мелатонин, пектины, фенольные соединения, минеральные вещества, из которых больше марганца, калия и железа [2–9]. В последние годы большое внимание уделяется исследованию биохимического состава плодов вишни. Биологически активные вещества: витамины, пектины и другие, – обладают лечебно-профилактическими свойствами, и их присутствие в пище необходимо для полноценного образа жизни человека. В отличие от черешни вишня считается технической культурой, тем не менее существует достаточное количество сортов

вишни, плоды которых пригодны для употребления в свежем виде [10].

Вкус является важнейшим элементом, определяющим качество пищи, и он, как правило, влияет на восприятие и предпочтения потребителей [11]. Вкус плодов и ягод – сложное свойство, которое обусловлено наличием в них питательных веществ – сахаров и органических кислот, а также (и даже в большей степени) их соотношением (сахарокислотным индексом) [12–15].

С повышением уровня жизни людей предпочтение отдается фруктам с более сладким вкусом, в связи с чем меняются задачи, поставленные перед селекционерами, – создание сортов с улучшенными вкусовыми качествами плодов [10, 16].

Сахара, образующиеся в результате фотосинтеза растений, являются одним из основных питательных веществ для всех живых организмов. Они служат не только источниками энергии, сигнальными молекулами и углеродными скелетами, но и играют роль в осмотическом гомеостазе и выполняют различные другие функции. Переносчики сахара – это белки, которые отвечают за его распределение между органами-источниками и органами-приемниками или внутри них [17].

Основными органическими кислотами в плодах косточковых культур являются яблочная, лимонная и хинная кислоты, с преобладанием яблочной [18].

На долю органических кислот приходится довольно значительная часть сухих веществ плодов и ягод. Органические кислоты являются донорами ионов водорода (H^+) и представляют собой своеобразный «метаболический котел» – источник углеродных скелетов, в котором переключаются пути обмена углеводов, белков, жиров и откуда главным образом поступает необходимая живой клетке энергия [19]. Содержание органических кислот в плодах снижается по мере их созревания [20].

Кроме сортовых особенностей химический состав плодов зависит и от других факторов, в т. ч. и от погодных условий.

Метеорологические условия периода вегетации оказывают существенное влияние на химический состав плодов, формируя их вкусовые качества, аромат и биологическую ценность [21, 22]. Оптимальный температурный режим обеспечивает гармоничное развитие растения. Кроме температуры на химический состав плодов влияет и количество осадков вегетационного периода. Дефицит влаги приводит к умень-

шению массы плодов и снижению товарного качества [23, 24].

В настоящее время для селекционеров одним из важных вопросов остается изучение реакции плодовых растений на изменение условий окружающей среды. Наибольшую ценность представляют сорта с широким гомеостазом, которые в меньшей степени реагируют на изменения условий внешней среды [12, 25].

Цель исследований – изучение влияния метеорологических условий вегетационного периода на массу и показатели биохимического состава, определяющие вкус плодов вишни.

Задачи: изучение накопления биохимических веществ в плодах вишни селекции ВНИИСПК под влиянием температурных условий вегетационного периода; выявление сортов, обладающих высокой стабильностью признаков, отвечающих за вкусовые качества плодов.

Объекты и методы. Исследования проводились в ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур» (ВНИИСПК) (Орловская область). Отбор проб осуществляли на участках сортоизучения вишни, анализ химического состава плодов – в лаборатории биохимической и технологической оценки сортов и хранения ВНИИСПК.

Биохимические показатели плодов определялись согласно общепринятым методикам: «Методы биохимического исследования растений» (1987), «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (1999) [26, 27].

Объекты исследований – 9 сортов вишни селекции ВНИИСПК: Бусинка, Верея, Купина, Новелла, Превосходная Веньяминова, Подарок учителям, Путинка, Ровесница, Тургеневка. Изучение химического состава плодов проводили с 2018 по 2021 г.

В образцах вишни, отобранных в количестве 1,0 кг в период полной зрелости, определяли: массу плода – взвешиванием на техномических весах и биохимические показатели, определяющие их вкус, содержание растворимых сухих веществ (РСВ) – рефрактометрическим методом с помощью цифрового рефрактометра PAL-3 (ATAGO) (ГОСТ ISO 2173-2013); суммы сахаров – методом Бертрана, основанным на способности редуцирующих сахаров взаимодействовать с окисью меди и восстанавливать ее до закиси меди (ГОСТ 8756.13-87); титруемых (органических) кислот – методом титрования вытяжек 0,1 н. раствором гидроксида натрия (ГОСТ 25555.0-08).

Были рассчитаны сахарокислотный индекс (СКИ) – отношение общего содержания сахаров к содержанию органических (титруемых) кислот и гидротермический коэффициент (ГТК) по Г.Т. Селянинову – отношение суммы осадков к сумме среднесуточных активных температур.

Статистическая обработка результатов исследований проводилась с использованием пакета анализа программы MS Excel, в результате которой были получены средние значения, ошибка среднего, коэффициенты вариации и коэффициенты корреляции.

Результаты и их обсуждение. При рассмотрении влияния температуры и влажности необходимо обращать внимание на совокупность этих факторов, часто решающим становится тот, который находится в минимуме. Оптимальные погодные условия считаются при $1,0 \leq \text{ГТК} \leq 1,4$.

Погодные условия исследуемых лет различались. Средне многолетние данные и метеосостояния вегетационного периода изучаемых лет представлены в таблице 1.

В мае и июне 2018 г., в период завязывания и развития плодов, погодные условия были засушливые: количество осадков составило 31,4 и 18,2 мм, что негативно отразилось на ГТК этих месяцев – 0,62 и 0,33 соответственно. В июле, в период созревания плодов, отмечено избыточное увлажнение: сумма осадков составила 119,9 мм, что в значительной мере превышало средне многолетние значения этого месяца (88,0 мм); сумма активных температур июля – 615,7 °С, ГТК = 1,95. Сумма активных температур вегетационного периода 2018 г. составила 1647,2 °С, ГТК = 1,03.

В мае 2019 г. отмечено избыточное увлажнение, сумма осадков – 85 мм (при ГТК = 1,76), в 2,3 раза превышала средне многолетние показатели (36,3 мм). В июне среднемесячная температура была выше на 3,6 °С, а выпавшее количество осадков – в 3,1 раза меньше средне многолетних значений (при ГТК = 0,34), свидетельствовало о засухе. Несмотря на недостаточное количество осадков в июле, гидротермические условия этого месяца были приближены к оптимальным (ГТК = 0,92), вероятно, из-за более низких среднесуточных температур воздуха.

2020 г. отличался максимальной суммой осадков за весь период вегетации исследуемых лет – 226,4 мм и минимальной суммой активных температур – 1552,7 °С, ГТК = 1,46. В мае и июле отмечено избыточное переувлажнение: при среднемесячной температуре воздуха 11,3 и 19,6 °С количество осадков было 68,4 и 111,6 мм, ГТК этих месяцев – 1,90 и 1,84 соответственно. В июне отмечено недостаточное увлажнение: сумма осадков (46,4 мм) была ниже средне многолетних показаний, ГТК = 0,78.

В 2021 г. отмечено самое высокое значение суммы активных температур за период вегетации исследуемых лет – 1674,3 °С, сумма осадков – 200,7 мм, ГТК = 1,20. В период завязывания и развития плодов (май, июнь) количество выпавших осадков превышало средне многолетние показатели – 63,3 и 99,6 мм, что отразилось на значениях ГТК этих месяцев – 1,46 и 1,69 соответственно. В период созревания плодов (июль) наблюдалось недостаточное увлажнение, при максимальной за годы исследования сумме активных температур (607,4 °С) и минимальном количестве осадков (37,8 мм) отмечено минимальное значение ГТК (0,56).

Таблица 1

Характеристика погодных условий вегетационного периода за 2018–2021 гг.
Characteristics of the weather conditions of the growing season for 2018–2021

Год	Месяц	Среднемесячная температура, °С	Сумма активных температур, °С	Сумма осадков, мм	ГТК
1	2	3	4	5	6
2018	Май	16,4	509,3	31,4	0,62
	Июнь	17,0	541,7	18,2	0,33
	Июль	19,9	615,7	119,9	1,95
	Σ май–июль	–	1647,2	169,5	1,03
2019	Май	15,6	484,0	85,0	1,76
	Июнь	20,5	613,9	20,7	0,34
	Июль	17,4	538,9	49,8	0,92
	Σ май–июль	–	1614,2	155,5	0,96

1	2	3	4	5	6
2020	Май	11,3	350,8	68,4	1,90
	Июнь	19,9	597,7	46,4	0,78
	Июль	19,6	607,4	111,6	1,84
	Σ май–июль	–	1552,7	226,4	1,46
2021	Май	14,0	434,4	63,3	1,46
	Июнь	19,7	589,9	99,6	1,69
	Июль	21,8	673,7	37,8	0,56
	Σ май–июль	–	1674,3	200,7	1,20
Среднемноголетнее значение	Май	13,0	–	36,3	–
	Июнь	16,9	–	65,1	–
	Июль	18,5	–	88,0	–
	Σ май–июль	–	–	189,4	–

Показатели массы, химического состава плодов варьировали в зависимости от складывающихся погодных условий и особенностей сорта.

Масса плода – один из важных показателей, определяющих товарные качества сорта и перспективы его использования в производстве [2]. Важным для хозяйственной характеристики сорта является степень варьирования этого показателя в зависимости от условий года.

Сравнительное изучение по признаку «масса плода» показывает существенные различия между сортами по годам, коэффициент вариации во все годы исследования был высоким (22,4–31,8 %) (табл. 2). По результатам исследований за период 2018–2021 гг. масса плода по всем изученным сортам вишни варьировала от 3,8 до 4,2 г.

Таблица 2

Масса плодов вишни (2018–2021 гг.)
Weight of cherries (2018–2021)

Сорт	Масса плода, г				Среднее, $\bar{x} \pm m$	V, %
	2018	2019	2020	2021		
Бусинка	2,9	3,2	3,0	3,4	3,1 $\pm$ 0,2	7,1
Верёя	5,2	4,6	5,0	4,2	4,8 $\pm$ 0,4	9,2
Новелла	2,6	2,7	3,3	3,6	3,1 $\pm$ 0,5	15,7
Купина	4,5	3,7	4,5	3,6	4,1 $\pm$ 0,5	12,1
Превосходная Веньяминова	5,2	4,7	5,6	5,1	5,2 $\pm$ 0,4	7,2
Подарок учителям	2,7	2,8	3,0	2,8	2,8 $\pm$ 0,1	4,4
Путинка	5,6	4,6	5,6	6,0	5,5 $\pm$ 0,6	11,0
Ровесница	3,0	3,4	2,8	3,1	3,1 $\pm$ 0,2	8,1
Тургеневка	5,5	4,8	4,6	4,9	5,0 $\pm$ 0,4	7,8
Среднее, $\bar{x} \pm m$	4,1 $\pm$ 0,4	3,8 $\pm$ 0,3	4,2 $\pm$ 0,4	4,1 $\pm$ 0,3	4,1 $\pm$ 0,4	–
Min	2,6	2,7	2,8	2,8	2,8	–
Max	5,6	4,8	5,6	6,0	5,5	–
V, %	31,8	22,4	27,2	25,8	26,1	–

Наименьшая масса плода (3,8 г) наблюдалась в 2019 г. с минимальным количеством выпавших осадков в июне и июле, при ГТК = 0,96, в период развития и налива плодов. В более благоприятные по погодным условиям годы (2018, 2020 и 2021), когда период вегетации был достаточно увлажненным (ГТК = 1,03–1,46), средняя масса плода у большинства сортов увеличивалась и превышала средние значения по годам. Положительное влияние осадков на

увеличение массы плода подтверждает рассчитанный нами коэффициент корреляции, $r = 0,82$.

Современные сорта вишни обыкновенной в большинстве своем имеют средние по массе плоды – 4,2 г. Изучаемые нами сорта по массе плода были разделены на 3 группы: мелкоплодные, среднеплодные, крупноплодные [28]. В нашем исследовании значительная часть сортов вишни (44,4 %) вошла в группу крупноплодных (табл. 3).

Группировка сортов вишни по массе плода (2018–2021 гг.)
Grouping of cherry cultivars by fruit weight (2018–2021)

Группа сортов вишни	Сорта вишни
Мелкоплодные (2,7–3,5 г)	Подарок учителям (2,8 г) Новелла (3,1 г) Бусинка (3,1 г) Ровесница (3,1 г)
Среднеплодные (3,6–4,7 г)	Купина (4,1 г)
Крупноплодные (4,8–6,2 г)	Верея (4,8 г) Тургеневка (5,0 г) Превосходная Веньяминова (5,2 г) Путинка (5,5 г)

Большинство изученных сортов вишни характеризуется высокой стабильностью признака «масса плода» ($V \leq 10,0\%$), что указывает на достаточное генетическое постоянство данного показателя, однако отмечается варьирование массы плодов в зависимости от погодных условий года.

Выделенные по массе плода (более 4,7 г) сорта (Верея, Тургеневка, Превосходная Веньяминова) обладают стабильностью изучаемого признака. Сорт Путинка также можно отнести к этой группе, так как при средней массе плода 5,5 г и варьировании ее от 4,6 (2019 г.) до 6,0 г (2021 г.) коэффициент вариации составил 11,0 %.

Вкус плодов и ягод определяется наличием в их составе сахаров, органических кислот и их соотношением – сахарокислотным индексом (СКИ). РСВ в плодах является косвенным пока-

зателем сахаристости сортов и находится в тесной корреляции с сахарами [29].

Наименьшее содержание РСВ (17,2 %) и суммы сахаров (12,32 %) в плодах вишни отмечено в 2018 г., когда в период завязывания и развития плодов (май, июнь) отмечалось недостаточное увлажнение, количество осадков было меньше среднемноголетних показаний. Наибольшее содержание РСВ и суммы сахаров в плодах вишни отмечено в 2020 и 2021 гг. – 18,3 и 18,5 % и 13,56 и 13,13 % соответственно (табл. 4, 5). В эти годы наблюдалось наибольшее количество осадков, выпавших за этот же период (рис. 1, 2). Были рассчитаны коэффициенты корреляции, подтверждающие высокую положительную зависимость между суммой осадков за период май – июль и накоплением сахаров ($r = +0,94$) и среднюю – накоплением РСВ ($r = +0,54$).

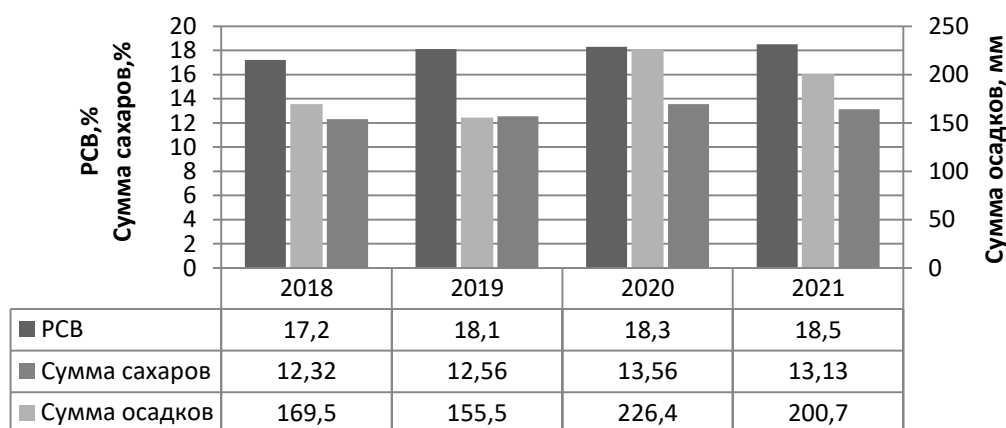


Рис. 1. Содержание РСВ и суммы сахаров, %, в плодах вишни в зависимости от суммы осадков, мм, вегетационного периода 2018–2021 гг.

The content of soluble solids and sugar amount, %, in cherries depending on the amount of precipitation, mm, of the growing season in 2018–2021

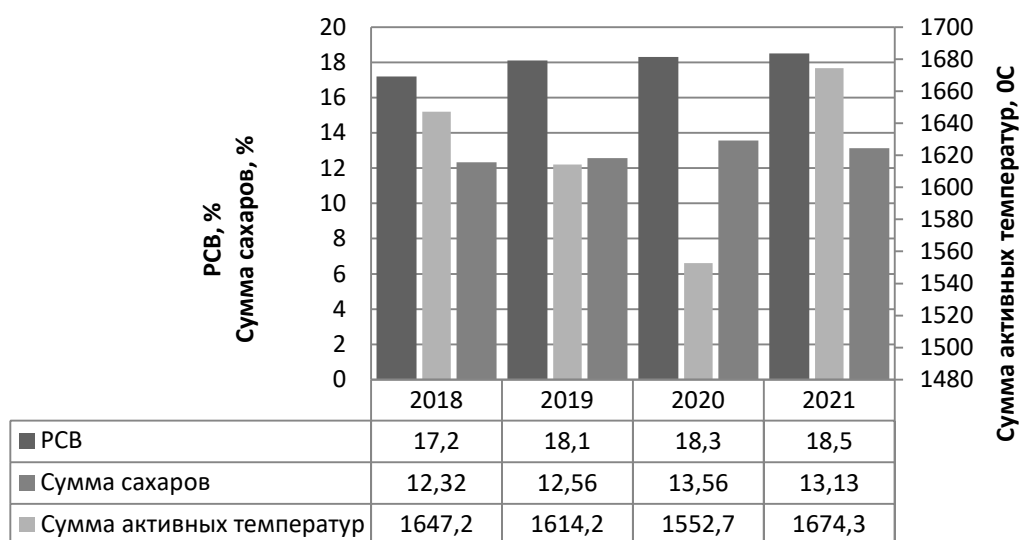


Рис. 2. Содержание PCV и суммы сахаров, %, в плодах вишни в зависимости от суммы активных температур, °C, вегетационного периода (2018–2021 гг.)

The content of soluble solids and sugar amount, %, in cherries depending on the amount of active temperatures, °C, of the growing season (2018–2021)

У всех исследуемых сортов вишни отмечено высокое содержание PCV в плодах. Наибольшие значения (выше среднего – 18,0 %) установлены у сортов: Верея, Превосходная Веньяминова, Подарок учителям, Путинка, Ровесница.

Практически у всей группы сортов выявлена высокая стабильность признака «содержание PCV в плодах» ($V \leq 10,0 \%$), исключение – сорт Верея ($V = 13,5 \%$).

Таблица 4

Содержание растворимых сухих веществ в плодах вишни (2018–2021 гг.), %
Soluble solids content in cherries (2018–2021), %

Сорт	2018	2019	2020	2021	Среднее, $\bar{x} \pm m$	V, %
Бусинка	15,1	16,0	15,5	18,1	16,2 $\pm$ 0,7	8,2
Верея	17,8	17,3	22,8	18,0	19,0 $\pm$ 1,3	13,5
Новелла	16,1	16,6	16,1	15,7	16,1 $\pm$ 0,2	2,3
Купина	16,3	15,4	13,0	15,9	15,2 $\pm$ 0,7	9,8
Превосходная Веньяминова	17,3	21,5	20,4	19,9	19,8 $\pm$ 0,9	9,0
Подарок учителям	18,2	22,5	19,7	20,6	20,2 $\pm$ 0,9	8,9
Путинка	19,4	18,5	17,9	18,7	18,6 $\pm$ 0,3	3,3
Ровесница	18,9	18,3	20,7	21,5	19,8 $\pm$ 0,7	7,6
Тургеневка	15,5	16,4	18,5	17,7	17,0 $\pm$ 0,7	7,8
Среднее, $\bar{x} \pm m$	17,2 $\pm$ 0,5	18,1 $\pm$ 0,8	18,3 $\pm$ 0,9	18,5 $\pm$ 0,6	18,0 $\pm$ 0,6	–
Min	15,1	15,4	13,0	15,7	15,2	2,3
Max	19,4	22,5	22,8	21,5	20,2	13,5
V, %	8,8	13,6	16,5	10,6	10,6	–

Содержание суммы сахаров в плодах вишни изменялось в зависимости от сорта от 10,57 (Купина) до 14,99 % (Превосходная Веньяминова) и в среднем по годам – от 12,32 (2018 г.) до 13,56 % (2020 г.), при средней степени изменчивости признака ($V = 14,1$ –20,0 %). Высокие зна-

чения суммы сахаров в плодах (более 13,00 %) отмечены у сортов: Верея (14,78 %), Превосходная Веньяминова (14,99), Подарок учителям (13,53), Путинка (14,13), Ровесница (14,25 %) (см. табл. 5).

Таблица 5

Содержание суммы сахаров в плодах вишни (2018–2021 гг.), %
The content of sugars amount in cherries (2018–2021), %

Сорт	2018	2019	2020	2021	Среднее, $\bar{x} \pm m$	V, %
Бусинка	9,39	11,03	10,66	13,60	11,77±0,89	15,8
Верёя	15,09	13,25	16,82	13,97	14,78±0,78	10,5
Новелла	11,94	11,90	12,25	7,04	10,78±1,25	23,2
Купина	11,60	10,40	8,50	11,79	10,57±0,76	14,3
Превосходная Веньяминова	13,00	16,36	15,70	14,90	14,99±0,73	9,7
Подарок учителям	11,95	14,01	13,95	14,23	13,54±0,53	7,8
Путинка	14,12	13,17	15,50	13,75	14,14±0,50	7,0
Ровесница	13,16	12,12	15,49	16,26	14,26±0,97	13,6
Тургеневка	10,64	10,82	13,18	12,64	11,82±0,64	10,8
Среднее, $\bar{x} \pm m$	12,32±0,6	12,56±0,6	13,56±0,9	13,13±0,9	12,96±0,58	–
Min	9,39	10,40	8,50	7,04	10,57	7,0
Max	15,09	16,36	16,82	16,26	14,99	23,2
V, %	14,1	14,9	20,0	19,9	13,4	–

Выявлена различная реакция сортов вишни на метеоусловия вегетационного периода. Наибольшая стабильность накопления сахаров в плодах установлена у сортов Превосходная Веньяминова ($V = 9,7\%$), Подарок учителям ($V = 7,8\%$), Путинка ($V = 7,0\%$), средняя – у сортов Бусинка ($V = 15,8\%$), Верёя ($V = 10,5\%$), Купина ($V = 14,3\%$), Ровесница ($V = 13,6\%$), Тургеневка ($V = 10,8\%$). У сорта Новелла выявлена значительная пластичность признака: содержание сахаров варьировало от 7,04 до 12,25 % при коэффициентах вариации 23,2 %.

Сумма сахаров плодов и ягод состоит из моносахаров (глюкозы и фруктозы) и дисахаров (сахарозы). Преобладающими сахарами, входя-

щими в состав плодов вишни, являются фруктоза и глюкоза. Моносахара в плодах вишни изучаемой нами группы составили 93,9 % от общей суммы и изменялись в зависимости от сорта от 10,22 (Купина) до 14,34 % (Превосходная Веньяминова) и в зависимости от года выращивания от 11,86 (2018 г.) до 12,73 % (2020 г.) при средней степени изменчивости признака ($V = 13,3–21,2\%$). Наибольшая стабильность признака ($V \leq 10,0\%$) отмечена у сортов Верёя, Подарок учителям, Путинка, Ровесница, Тургеневка, средней степени ($10,0 \leq V \leq 20,0\%$) – Бусинка, Купина, Превосходная Веньяминова, наименьшая ($V = 27,750$) – у сорта Новелла (табл. 6).

Таблица 6

Содержание моносахаров в плодах вишни (2018–2021 гг.)
The content of mono sugars in cherries (2018–2021)

Сорт	Моносахара (фруктоза + глюкоза), %					
	2018	2019	2020	2021	Среднее, $\bar{x} \pm m$	V, %
1	2	3	4	5	6	7
Бусинка	9,22	10,11	10,66	12,52	10,63±0,70	13,1
Верёя	14,48	13,25	14,13	12,90	13,69±0,37	5,4
Новелла	11,68	11,60	11,98	6,04	10,32±1,43	27,7
Купина	11,21	10,40	8,50	10,80	10,22±0,60	11,7
Превосходная Веньяминова	12,21	14,76	15,48	14,90	14,34±0,73	10,1
Подарок учителям	11,85	13,50	12,88	12,89	12,78±0,34	5,4
Путинка	13,21	13,02	13,65	11,96	12,96±0,36	5,5
Ровесница	12,71	11,98	14,72	14,06	13,37±0,62	9,3

1	2	3	4	5	6	7
Тургеневка	10,17	10,49	12,55	11,71	11,23±0,55	9,8
Среднее, $\bar{x} \pm m$	11,86±0,52	12,12±0,54	12,73±0,72	11,98±0,85	12,17±0,53	–
Min	9,22	10,11	8,50	6,04	10,22	5,4
Max	14,48	14,76	15,48	14,9	14,34	27,7
V, %	13,3	13,3	16,9	21,2	13,0	–

В плодах вишни сахароза или отсутствует, или ее содержится очень мало, это подтверждено полученными нами данными (табл. 7). За годы исследований содержание сахарозы варьировало от 0 до 2,89 % и в зависимости от сорта – от 0,35 до 1,18 %. Несмотря на низкие значения, отмечено значительное варьирование этого показателя внутри сорта, о чем свидетельствуют высокие коэффициенты вариации. Максимальное накопление сахарозы в плодах вишни наблюдалось в 2021 г. практически у

всех сортов, за исключением сорта Превосходная Веньяминова. У сортов Бусинка, Верея, Купина, Превосходная Веньяминова в отдельные годы содержание сахарозы в плодах было равно нулю. Рассчитанные коэффициенты корреляции между суммой осадков за период май – июль и количеством накопленных моносахаров ($r = +0,72$) и сахарозы ($r = +0,72$) так же, как и суммы сахаров, свидетельствуют о прямой между ними зависимости.

Таблица 7

Содержание сахарозы в плодах вишни (2018–2021 гг.)
Sucrose content in cherries (2018–2021)

Сорт	Моносахара (фруктоза + глюкоза), %					
	2018	2019	2020	2021	Среднее, $\bar{x} \pm m$	V, %
Бусинка	0,17	0,92	0	1,08	0,54±0,27	99,0
Верея	0,61	0	2,69	1,07	1,09±0,57	105,4
Новелла	0,25	0,38	0,27	1,00	0,48±0,18	74,7
Купина	0,39	0	0	0,99	0,35±0,23	135,6
Превосходная Веньяминова	0,79	1,60	0,22	0	0,65±0,36	109,4
Подарок учителям	0,10	0,51	1,07	1,34	0,76±0,28	73,8
Путинка	0,91	0,15	1,82	1,79	1,18±0,40	68,7
Ровесница	0,45	0,14	0,77	2,20	0,89±0,46	102,3
Тургеневка	0,47	0,33	0,63	0,93	0,59±0,13	43,7
Среднее, $\bar{x} \pm m$	0,46±0,09	0,45±0,17	0,83±0,30	1,16±0,20	0,73±0,09	–
Min	0,10	0	0	0	0,35	43,7
Max	0,91	1,60	2,89	2,20	1,18	135,6
V, %	59,4	116,0	109,5	52,8	38,6	–

Важный показатель, влияющий на вкус плодов, – титруемая кислотность, которая обусловлена наличием органических кислот. Содержание органических кислот в нашем исследовании изменялось в зависимости от сорта от 1,03 (Бусинка) до 1,93 % (Тургеневка) и в среднем по годам – от 1,27 до 1,53 % при степени сортовой

изменчивости выше средней ($V = 22,7$ – $28,0$ %). Меньше среднесортového значения содержание органических кислот было выявлено у сортов Бусинка (1,03 %), Новелла (1,24), Купина (1,06), Превосходная Веньяминова (1,17), Подарок учителям (1,17 %) (табл. 8).

Содержание органических кислот в плодах вишни (2018–2021 гг.), %
Organic acid content in cherries (2018–2021), %

Сорт	Органические кислоты, %					
	2018	2019	2020	2021	Среднее, $\bar{x} \pm m$	V, %
Бусинка	0,96	0,97	1,10	1,09	$1,03 \pm 0,03$	7,3
Верея	1,65	1,55	1,76	1,49	$1,61 \pm 0,06$	7,3
Новелла	1,09	1,14	1,45	1,28	$1,24 \pm 0,08$	13,0
Купина	0,91	0,77	1,69	0,88	$1,06 \pm 0,21$	39,8
Превосходная Веньяминова	0,90	1,32	1,14	1,34	$1,17 \pm 0,10$	17,4
Подарок учителям	1,07	1,19	1,07	1,34	$1,17 \pm 0,06$	11,0
Путинка	1,47	1,36	1,90	1,77	$1,62 \pm 0,12$	15,5
Ровесница	1,55	1,62	1,69	1,77	$1,66 \pm 0,04$	5,7
Тургеневка	1,83	1,77	1,93	2,19	$1,93 \pm 0,09$	9,6
Среднее, $\bar{x} \pm m$	$1,27 \pm 0,12$	$1,30 \pm 0,11$	$1,53 \pm 0,12$	$1,46 \pm 0,13$	$1,39 \pm 0,11$	–
Min	0,90	0,77	1,07	0,88	1,03	–
Max	1,83	1,77	1,93	2,19	1,93	–
V, %	28,0	24,6	22,7	27,2	23,2	–

Погодные условия вегетационного периода оказывают существенное влияние на накопление органических кислот в плодах. Многие авторы отмечают, что в годы с прохладным, сырым летом содержание органических кислот в плодах повышается. Осадки в большей степени способствуют увеличению кислот в плодах в сравнении с суммой активных температур [23, 24, 30].

Наши данные совпадают с мнением этих авторов. Наибольшее значение содержания орга-

нических кислот в плодах отмечено в 2020 г. при максимальном количестве осадков и минимальной сумме активных температур периода вегетации (рис. 3). Это подтверждено рассчитанными нами коэффициентами парной корреляции: связь между содержанием органических кислот в плодах и суммой осадков за период май – июль была высокой положительной ($r = +0,96$), а сумма активных температур – средней отрицательной ($r = -0,43$).

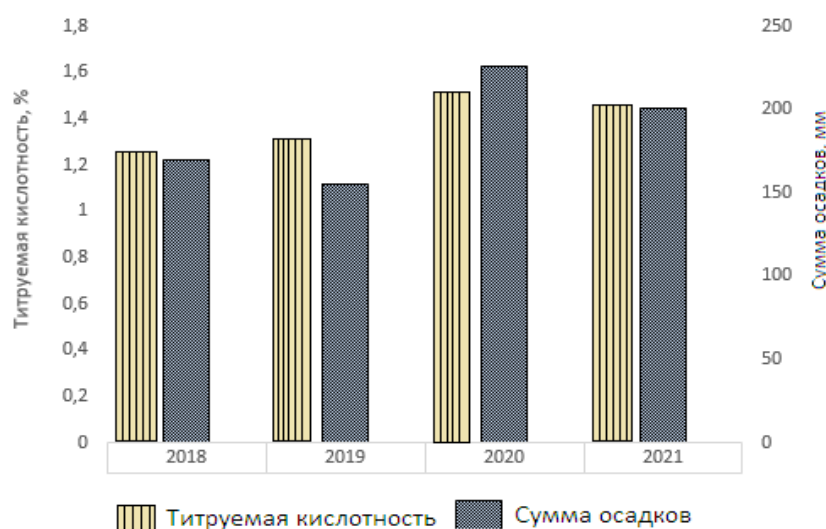


Рис. 3. Содержание органических кислот, %, в плодах вишни в зависимости от суммы осадков, мм, (2018–2021 гг.)

The content of organic acids, %, in cherries depending on the amount of precipitation, mm, of the growing season (2018–2021)

Несмотря на отличающиеся погодные условия вегетационного периода исследуемых лет, у сортов отмечена различная на них реакция. Такие сорта, как Бусинка, Верея, Ровесница, Тургеневка, характеризуются высокой стабильностью признака «содержание титруемых кислот» ($V \leq 10,0 \%$). По накоплению органических кислот наибольшая изменчивость признака отмечена у сорта Купина с коэффициентом вариации 39,8 %. Остальные сорта в меньшей степени реагировали на метеоусловия вегетационного периода.

На вкус плодов влияют не количественные значения содержания сахаров и органических кислот, а их соотношение – сахарокислотный

индекс (СКИ). Чем выше СКИ, тем слаще вкус плодов [31–33].

СКИ варьировал в зависимости от сорта вишни от 6,1 (Тургеневка) до 12,9 (Превосходная Веньяминова) и от года исследований – от 9,3 до 10,1. Выявлена высокая сортовая изменчивость СКИ, подтвержденная коэффициентами вариации (23,9–31,4 %).

Наибольшее среднее значение СКИ отмечено в 2019 г. – 10,1, вегетационный период которого характеризовался наименьшим количеством осадков и низким значением ГТК (0,96), наименьший СКИ – в 2020 г., с максимальным количеством выпавших за период май – июль осадков (200,7 мм) и самым высоким значением ГТК (1,46) (рис. 4).

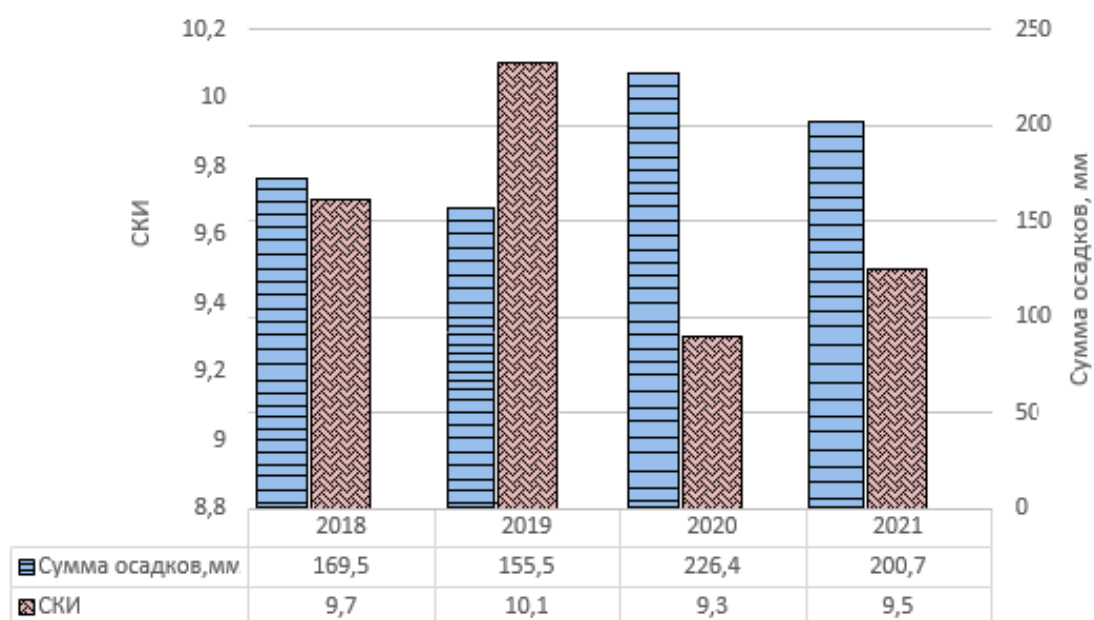


Рис. 4. Сахарокислотный индекс (СКИ) в плодах вишни в зависимости от количества осадков, мм (2018–2021 гг.)
Sugar-acid index (SAI) in cherry fruits depending on the amount of precipitation, mm (2018–2021)

На уровне среднесортного значения и выше СКИ был у сортов Купина (11,1), Превосходная Веньяминова (12,9), Подарок учителям (11,6), Бусинка (9,36). Среди сортов отмечена различная реакция на погодные условия вегетационного периода. В меньшей степени на погодные условия реагировали сорта: Верея ($V = 5,2 \%$), Тургеневка ($V = 7,7 \%$), Подарок учителям ($V = 8,8 \%$), Ровесница ($V = 9,3 \%$) (табл. 9). Необходимо отметить сорт Превосходная Венья-

минова, при среднем коэффициенте вариации ($V = 11,4 \%$) минимальное значение СКИ за весь период исследований не было ниже 11,1.

Выявлена высокая отрицательная зависимость между величиной сахарокислотного индекса (СКИ) и количеством выпавших за вегетационный период осадков ($r = -0,95$) и слабая положительная – суммой активных температур ($r = +0,26$).

Сахарокислотный индекс плодов вишни (2018–2021 гг.)
Sugar acid index in cherries (2018–2021)

Сорт	2018	2019	2020	2021	Среднее, $\bar{x} \pm m$	V, %
Бусинка	5,0	11,4	9,7	12,5	9,6 $\pm$ 1,6	34,3
Верея	9,1	8,5	9,6	9,4	9,1 $\pm$ 0,2	5,2
Новелла	10,9	10,4	8,4	5,5	8,8 $\pm$ 2,4	27,8
Купина	12,7	13,5	5,0	13,4	11,1 $\pm$ 4,1	36,9
Превосходная Веньяминова	14,4	12,4	13,8	11,1	12,9 $\pm$ 0,7	11,4
Подарок учителям	11,2	11,8	13,0	10,6	11,6 $\pm$ 1,0	8,8
Путинка	9,6	9,7	8,2	7,8	8,8 $\pm$ 1,0	11,0
Ровесница	8,5	7,5	9,2	9,2	8,6 $\pm$ 0,8	9,3
Тургеневка	5,8	6,1	6,8	5,8	6,1 $\pm$ 0,5	7,7
Среднее, $\bar{x} \pm m$	9,7	10,1	9,3	9,5	9,6 $\pm$ 0,7	–
Ошибка	0,8	0,6	0,7	0,7	6,1	–
Min	5,0	6,1	5,0	5,5	12,9	–
Max	14,4	12,4	13,8	12,5	26,3	–
V, %	31,4	23,9	29,7	29,0	9,6 $\pm$ 1,6	–

Заключение. Анализ 4-летних наблюдений показал, что содержание изучаемых биохимических компонентов, определяющих вкус плодов вишни, и масса плода подвержены влиянию метеорологических условий вегетационного периода. В большей степени на массу плода, накопление сахаров и органических кислот влияют осадки. Между количеством выпавших осадков и массой плода ($r = +0,82$), содержанием суммы сахаров ($r = +0,94$), моносахаров ($r = +0,72$), сахарозы ($r = +0,72$), органических кислот ($r = +0,94$), растворимых сухих веществ в плодах ($r = +0,54$) установлена прямая связь и об-

ратная – со значением сахарокислотного индекса ($r = -0,95$).

Выделены сорта с требуемым уровнем исследуемых признаков и высокой их стабильностью ($V \leq 10,0$ %): по массе – Верея, Превосходная Веньяминова, Путинка, Тургеневка; по содержанию РСВ и сахаров – Превосходная Веньяминова, Подарок учителям, Путинка; по содержанию органических кислот – Бусинка, Подарок учителям; по сахарокислотному индексу – Превосходная Веньяминова, Подарок учителям; по комплексу признаков – сорта Превосходная Веньяминова и Подарок учителям.

Список источников

1. Колесникова А.Ф. Вишня. Черешня. Харьков: Фолио; Москва: АСТ, 2003. 255 с.
2. Заремук Р.Ш., Доля Ю.А., Копнина Т.А. Селекционно-ценные показатели качества перспективных сортов вишни обыкновенной. В сб.: Международная научно-методическая дистанционная конференция «Роль сорта в современном садоводстве». Мичуринск: Кварта, 2019. С. 100–107. EDN: GKDGGN.
3. Акимов М.Ю., Бессонов В.В., Кодденцова В.М., и др. Биологическая ценность плодов и ягод российского производства // Вопросы питания. 2020. Т. 89, № 4. С. 220–232. DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10055. EDN: UOAQLM.
4. Заремук Р.Ш., Копнина Т.А. Перспективные сорта вишни обыкновенной *Prunus Cerasus* L. по комплексу показателей качества плодов в условиях южного региона России // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2022. Т. 17, № 4. С. 437–447. DOI: 10.22363/2312-797X-2022-17-4-437-447. EDN: ABVMLR.
5. Serradilla J., Akšić M.F., Manganaris G., et al. Fruit Chemistry, Nutritional Benefits and Social Aspects of Cherries // Cherries: Botany, Production and uses. 2017. Vol. 17. P. 420–441. DOI: 20.500.14279/12950.

6. Kelley D.S., Adkins Y., Laugero K.D. A Review of the Health Benefits of Cherries // *Nutrients*. 2018. Vol. 10. N 3. P. 368. DOI: 10.3390/nu10030368.
7. Wang R., Zhang F., Zan S., et al. Quality characteristics and inhibitory xanthine oxidase potential of 21 sour cherry (*Prunus cerasus* L.) varieties cultivated in China // *Frontiers in Nutrition*, 2021. Vol. 8. P. 796294. DOI: 10.3389/fnut.2021.796294/full.
8. Eslami O., Khorramrouz F., Ghavami A., et al. Effect of cherry consumption on blood pressure: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials // *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*. 2022. Vol. 18, N 2. P. 102409. DOI: 10.1016/j.dsx.2022.102409
9. Ma Y., Tian T., Zhou J., et al. Fruit sugar and organic acid composition and inheritance analysis in an intraspecific cross of Chinese cherry // *LWT*. 2024. Vol. 198. P. 116101. DOI: 10.1016/j.lwt.2024.116101
10. Гуляева А.А., Ефремов И.Н. Достижения и перспективы селекции вишни в ФГБНУ ВНИИСПК. Ефремов // *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2022. № 5. С. 13–15. DOI: 10.31857/2500-2082/2022/5/13-15 EDN JZIHGB
11. Shu N., Chen X., Sun X., et al. Metabolomics identify landscape of food sensory properties // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2023. Vol. 63, N 27. P. 8478–8488. DOI: 10.1080/10408398.2022.2062698.
12. Макаркина М.А., Гуляева А.А., Павел А.Р., и др. Биохимическая характеристика сортов и форм вишни и черешни селекции ВНИИСПК // *Современное садоводство*. 2018. № 2 (13). С. 28–35. DOI: 10.24411/2312-6701-2018-10205. EDN XTFSRV.
13. Blando F., Oomah B.D. Sweet and sour cherries: Origin, distribution, nutritional composition and health benefits // *Trends in Food Science and Technology*. 2019. Vol. 86. P. 517–529. DOI: 10.1016/j.tifs.2019.02.052.
14. Gonçalves A.C., Campos G., Alves G., et al. Physical and phytochemical composition of 23 Portuguese sweet cherries as conditioned by variety (or genotype) // *Food Chemistry*. 2021. Vol. 335. P. 127637. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.127637
15. Zhou J., Yang S., Ma Y., et al. Soluble sugar and organic acid composition and flavor evaluation of Chinese cherry fruits // *Food Chemistry: X*. 2023. Vol. 20 P. 100953. DOI: 10.1016/j.fochx.2023.100953.
16. Cao J., Jiang Q., Lin J., et al. Physicochemical characterization of four cherry species (*Prunus* spp.) grown in China. // *Food Chemistry*. 2015. Vol. 173. P. 855–863. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.10.094.
17. Liu H.T., Ji Y., Liu Y., Tian S.H., et al. The sugar transporter system of strawberry: genome-wide identification and expression correlation with fruit soluble sugar-related traits in a *Fragaria × ananassa* // *Horticulture Research*. 2020. Vol. 7. P. 132. DOI: 10.1038/s41438-020-00359-0.
18. Walker R.P., Famiani F. Organic acids in fruits: Metabolism, functions and contents // *Horticulture Reviews*. 2018. Vol. 45. P. 371–430. DOI: 10.1002/9781119431077.ch8.
19. Метлицкий Л.В. Основы биохимии плодов и овощей. М.: Экономика, 1976. 349 с.
20. Batista-Silva W., Nascimento V.L., Medeiros D.B., et al. Modifications in organic acid profiles during fruit development and ripening: correlation or causation? // *Frontiers in plant science*. 2018. Vol. 9. P. 1689. DOI: 10.3389/fpls.2018.01689
21. Vasylyshyna O., Postolenko J. The influence of weather conditions on the formation of the components of the chemical composition of cherry fruits // *Visnyk agrarnoi nauky*. 2020. Vol. 98, N 2. P. 29–36.
22. Ivanova I., Serdyuk M., Malkina V., et al. Investigation into sugars accumulation in sweet cherry fruits under abiotic factors effects // *Agronomy Research*. 2021. Vol. 19, N 2. P. 444–457. DOI: 10.15159/ar.21.004.
23. Причко Т.Г., Чалая Л.Д. Влияние погодных условий на формирование качественных показателей плодов яблони // *Плодоводство*. 2012. С. 234–242. EDN: RSOUQT.
24. Ветрова О.А., Макаркина М.А., Роева Т.А. Влияние минерального питания на некоторые показатели биохимического состава плодов вишни // *Вестник КрасГАУ*. 2023. № 9 (198). С. 67–76. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-9-67-76. EDN: GAGVKY.

25. Жбанова Е.В., Кружков А.В. Характеристика современного сортимента вишни средней полосы России в связи с селекцией на улучшенный биохимический состав плодов // Современное садоводство. 2015. № 1 (13). С. 30–38. EDN: TPYBNH.
26. Ермаков А.И., ред. Методы биохимического исследования растений. Л.: Агропромиздат, 1987. 430 с.
27. Седов Е.Н., Огольцова Т.П., ред. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: ВНИИСПК, 1999. 608 с.
28. Седов Е.Н., ред. Помология. Косточковые культуры. Т. 3. Ч. 1. Орел: ВНИИСПК, 2024. 420 с.
29. Янчук Т.В., Макаркина М.А. Влияние метеорологических условий вегетационного периода на накопление сахаров и органических кислот в ягодах смородины черной // Современное садоводство. 2014. № 2 (10). С. 63–69. EDN: SHPKDL.
30. Зарипова В.М., Казыханова Г.Ш., Хасанова Л.А., и др. Влияние погодных факторов на биохимические показатели плодов малины различных сортов, культивируемых в условиях Башкирского Предуралья // Известия Уфимского научного центра РАН. 2018. № 3-6. С. 43–46. DOI: 10.31040/2222-8349-2018-6-3-43-46. EDN YLKLJR.
31. Седов Е.Н., Макаркина М.А., Левгерова Н.С. Биохимическая и технологическая характеристика плодов генофонда яблони. Орел: ВНИИСПК, 2007. 312 с.
32. Осипов Г.Е., Петрова Н.В., Кириллова Е.С., и др. Химический состав плодов вишни селекции Татарского НИИ сельского хозяйства // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15, № 2(58). С. 35–41. DOI: 10.12737/2073-0462-2020-35-41. EDN: BGGPWS.
33. Ricardo-Rodrigues S., Laranjo M., Agulheiro-Santos A.C. Methods for quality evaluation of sweet cherry // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2023. Vol. 103, N 2. P. 463–478. DOI: 10.1002/jsfa.12144.

References

1. Kolesnikova AF. *Vishnya. Chereshnya*. Kharkiv: Folio; Moscow: OOO Izdatel'stvo AST; 2003. 255 p. (In Russ.).
2. ZaremuK RSh, Dolya YuA, Kopnina TA. Selektzionno-tzennyye pokazateli kachestva perspektivnykh sortov vishni obyknovennoy. In: *Mezhdunarodnaya nauchno-metod. distanzionnaya konf. Rol' sorta v sovremennom sadovodstve*. Michurinsk: «Kvarta»; 2019. P. 100–107. (In Russ.). EDN: GKDGGN.
3. Akimov MY, Bessonov VV, Kodentsova VM, et al. Biological value of fruits and berries of Russian production. *Problems of Nutrition*. 2020;89(4):220-232. (In Russ.). DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10055. EDN: UOAQLM.
4. ZaremuK RSh, Kopnina TA. Promising varieties of sour cherry *Prunus Cerasus* L. with a complex of fruit quality traits for growing in the southern Russia. *RUDN journal of agronomy and animal industries*. 2022;17(4):437-447. (In Russ.). DOI: 10.22363/2312-797X-2022-17-4-437-447. EDN: ABVMLR.
5. Serradilla J, Akšić MF, Manganaris G, et al. Fruit Chemistry, Nutritional Benefits and Social Aspects of Cherries. *Cherries: Botany, Production and uses*. 2017;17:420-441. DOI: 20.500.14279/12950.
6. Kelley DS, Adkins Y, Laugero KD. A Review of the Health Benefits of Cherries. *Nutrients*. 2018;10(3):368. DOI: 10.3390/nu10030368.
7. Wang R, Zhang F, Zan S, et al. Quality characteristics and inhibitory xanthine oxidase potential of 21 sour cherry (*Prunus Cerasus* L.) varieties cultivated in China. *Frontiers in Nutrition*. 2021;8:796294. DOI: 10.3389/fnut.2021.796294/full.
8. Eslami O, Khorramrouz F, Ghavami A, et al. Effect of cherry consumption on blood pressure: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*. 2022;18(2):102409. DOI: 10.1016/j.dsx.2022.102409.
9. Ma Y, Tian T, Zhou J, et al. Fruit sugar and organic acid composition and inheritance analysis in an intraspecific cross of Chinese cherry. *LWT*. 2024;198:116101. DOI: 10.1016/j.lwt.2024.116101.
10. Gulyaeva AA, Efremov IN. Achievements and prospects of cherry breeding in VNIISP. *Of the Russian agricultural science*. 2022;5:13-15. (In Russ.). DOI: 10.31857/2500-2082/2022/5/13-15. EDN: JZIHGB.

11. Shu N, Chen X, Sun X, et al. Metabolomics identify landscape of food sensory properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2023;63(27):8478-8488. DOI: 10.1080/10408398.2022.2062698.
12. Makarkina MA, Gulyaeva AA, Pavel AR, et al. Biochemical characteristic of sour and sweet cherry cultivars and forms developed at VNIISPK. *Contemporary horticulture*. 2018;2(13):28-35. (In Russ.). DOI: 10.24411/2312-6701-2018-10205. EDN: XTFSRV.
13. Blando F, Oomah BD. Sweet and sour cherries: Origin, distribution, nutritional composition and health benefits. *Trends in Food Science and Technology*. 2019;86:517-529. DOI: 10.1016/j.tifs.2019.02.052.
14. Gonçalves AC, Campos G, Alves G, et al. Physical and phytochemical composition of 23 Portuguese sweet cherries as conditioned by variety (or genotype). *Food Chemistry*. (2021);335:127637. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.127637.
15. Zhou J, Yang S, Ma Y, et al. Soluble sugar and organic acid composition and flavor evaluation of Chinese cherry fruits. *Food Chemistry: X*. 2023;20:100953. DOI: 10.1016/j.fochx.2023.100953.
16. Cao J, Jiang Q, Lin J, et al. Physicochemical characterization of four cherry species (*Prunus* spp.) grown in China. *Food Chemistry*. 2015;173:855-863. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.10.094.
17. Liu HT, Ji Y, Liu Y, et al. The sugar transporter system of strawberry: genome-wide identification and expression correlation with fruit soluble sugar-related traits in a *Fragaria* × *ananassa*. *Horticulture Research*. 2020;7:132. DOI: 10.1038/s41438-020-00359-0.
18. Walker RP, Famiani F. Organic acids in fruits: Metabolism, functions and contents. *Horticulture Reviews*. 2018;45:371-430. DOI: 10.1002/9781119431077.ch8.
19. Metlitskiy LV. *Osnovy biohimii plodov i ovoschey*. Moscow: Economica; 1976. 349 p. (In Russ.).
20. Batista-Silva W, Nascimento VL, Medeiros DB, et al. Modifications in organic acid profiles during fruit development and ripening: correlation or causation? *Frontiers in plant science*. 2018;9:1689. DOI: 10.3389/fpls.2018.01689.
21. Vasylyshyna O, Postolenko J. The influence of weather conditions on the formation of the components of the chemical composition of cherry fruits. *Visnyk agrarnoi nauky*. 2020;98(2):29-36.
22. Ivanova I, Serdyuk M, Malkina V, et al. Investigation into sugars accumulation in sweet cherry fruits under abiotic factors effects. *Agronomy Research*. 2021;19(2):444-457. DOI: 10.15159/ar.21.004.
23. Prichko TG, Chalaya LD. Weather conditions influence on formation of apple tree fruits indicators. *Fruit-Growing*. 2012;24(1):234-242. (In Russ.). EDN: RSOUQT.
24. Vetrova OA, Makarkina MA, Roeva TA. The mineral nutrition effect on some indicators of the cherry fruits biochemical composition. *Bulletin of KSAU*. 2023;9(198):67-76. (In Russ.). DOI:10.36718/1819-4036-2023-9-67-76. EDN: GAGVKY.
25. Zhbanova EV, Kruzhkov AV. Characteristics of modern cherries assortment of the central zone of Russia in connection with the breeding for improvement of biochemical composition of fruits. *Contemporary horticulture*. 2015;1(13):30-38. (In Russ.). EDN: TPYBNH.
26. Yermakov AI, editor. *Metody biokhimicheskogo issledovaniya rasteniy*. Leningrad: Agropromizdat; 1987. 430 p. (In Russ.).
27. Sedov YeN, Ogol'tsova TP, editors. *Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur*. Orel: VNIISPK; 1999. 608 p. (In Russ.).
28. Sedov YeN, editor. *Pomologiya. Kostochkovyye kul'tury*. Vol. III. Ch. 1. Orel: VNIISPK; 2024. 420 p.
29. Yanchuk TV, Makarkina MA. Effect of meteorological conditions on sugar and organic acids accumulation in black currant berries during the vegetative period. *Contemporary horticulture*. 2014;2(10):63-69. (In Russ.). EDN: SHPKDL.
30. Zaripova VM, Kazykhanova GSh, Khasanova LA, et al. The influence of weather factors on the biochemical parameters of raspberry fruit of different varieties cultivated in the conditions of the Bashkir Ural. *Izvestiya Ufimskogo nauchnogo tsentra RAN*. 2018;3-6:43-46. (In Russ.). DOI: 10.31040/2222-8349-2018-6-3-43-46. EDN: YLKLJR.
31. Sedov EN, Makarkina MA, Levgerova NS. *Biokhimicheskaya i tekhnologicheskaya kharakteristika plodov genofonda yabloni*. Orel: VNIISPK; 2007. 312 p. (In Russ.).
32. Osipov G, Petrova N, Kirillova E, et al. Chemical composition of sour cherry fruits bred by Tatar research institute of agriculture. *Vestnik of the Kazan state agrarian university*. 2020;15,2(58):35-41. (In Russ.). DOI: 10.12737/2073-0462-2020-35-41. EDN: BGGPWS.

33. Ricardo-Rodrigues S, Laranjo M, Agulheiro-Santos AC. Methods for quality evaluation of sweet cherry. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2023;103(2):463-478. DOI: 10.1002/jsfa.12144.

Статья принята к публикации 22.04.2025 / The article accepted for publication 22.04.2025.

Информация об авторах:

Маргарита Алексеевна Макаркина¹, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией биохимической и технологической оценки сортов и хранения, доктор сельскохозяйственных наук

Татьяна Павловна Рахметова², аспирант, младший научный сотрудник лаборатории биохимической и технологической оценки сортов и хранения

Оксана Альфредовна Ветрова³, старший научный сотрудник лаборатории биохимической и технологической оценки сортов и хранения, кандидат сельскохозяйственных наук

Александра Алексеевна Гуляева⁴, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом селекции и сортовой агротехники косточковых культур, кандидат сельскохозяйственных наук

Information about the authors:

Margarita Alekseevna Makarkina¹, Chief Researcher, Head of the Laboratory of Biochemical and Technological Evaluation of Varieties and Storage, Doctor of Agricultural Sciences

Tatyana Pavlovna Rakhmetova², Postgraduate student, Junior Researcher at the Laboratory of Biochemical and Technological Evaluation of Varieties and Storage

Oksana Alfredovna Vetrova³, Senior Researcher at the Laboratory of Biochemical and Technological Evaluation of Varieties and Storage, Candidate of Agricultural Sciences

Alexandra Alekseevna Gulyaeva⁴, Leading Researcher, Head of the Department of Selection and Varietal Agricultural Technology of Stone Fruit Crops, Candidate of Agricultural Sciences

