

 pismavavilov.ru

doi 10.18699/letvjgb-2026-12-05

Оригинальное исследование

Оценка разнообразия коллекции земляники садовой по качеству плодов в условиях лесостепи Новосибирского Приобья

А.А. Кузьмина  , Н.В. Давыдова , А.В.А. Кузьмин, А.М. Белых

Аннотация. Ягоды земляники садовой (*Fragaria × ananassa*) являются прежде всего диетическим продуктом, что обусловлено особенностями их химического состава, который, в свою очередь, определяется генотипом сорта и агроклиматическими условиями возделывания культуры. В связи с этим целью работы было проведение сравнительного биохимического анализа ягод земляники садовой и отбор перспективных форм для селекционных работ в условиях центральной лесостепи Новосибирского Приобья. В работе отражены исследования за 2020–2025 гг. по 32 коллекционным формам земляники садовой различного эколого-географического происхождения короткодневного типа плодоношения, находящимся на испытании в наших условиях с 2012 г. По результатам исследований установлено очень высокое сортовое разнообразие по содержанию каротиноидов ($V = 54.1\%$), высокое – антоцианов ($V = 35.9\%$), повышенное – титруемой кислотности ($V = 25.7\%$), среднее – сахаров ($V = 14.9\%$) и аскорбиновой кислоты ($V = 17.1\%$), низкое – сухих веществ ($V = 12.0\%$) (по шкале С.А. Мамаева). Органолептический показатель – вкус, являющийся приоритетным качеством плодов, оценен с помощью сахарокислотного индекса (СКИ). Сортное разнообразие по этому показателю, варьирующее в пределах 3.5–13.6, отмечено как высокое ($V = 32.0\%$). С помощью метода кластерного анализа, который учитывал значения содержания сахара и кислоты, а также СКИ, сорта сгруппированы в семь кластеров, при этом исходя из параметров СКИ показано, что разные сочетания уровней сахаров и кислот могут восприниматься одинаково, при этом питательная ценность плодов будет различаться. Для селекции интерес представляют сорта с наиболее стабильными по годам параметрами вкуса. В качестве перспективных образцов в кластере 1 (СКИ = 8.6–10.3) отмечены Кокинская заря и ЭФ33-2011; 2 (СКИ = 10.0–11.3) – Орлец; 3 (11.6–13.6) – Фейерверк, 4 (6.3–7.7) – Русич, Elsanta, ОО/2-4-6; 5 (7.0–7.7) – Юния Смайдс. В условиях Западной Сибири наряду с общепризнанным донором по высокому содержанию антоцианов сортом Фейерверк (119.00 мг/100 г) рекомендуются как источники этого признака образцы: Лафания (110.28 мг/100 г), Кокинская заря (99.36 мг/100 г), Onda (94.06 мг/100 г), ЭФ2011-нл (83.37 мг/100 г), Vima Xima (75.20 мг/100 г).

Ключевые слова: *Fragaria × ananassa*; сорт; сухие вещества; сахара; титруемая кислотность; аскорбиновая кислота; антоцианы; каротиноиды; сахарокислотный индекс; Западная Сибирь

Для цитирования: Кузьмина А.А., Давыдова Н.В., Кузьмин А.В.А., Белых А.М. Оценка разнообразия коллекции земляники садовой по качеству плодов в условиях лесостепи Новосибирского Приобья. *Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2026;12(1):31-40. doi 10.18699/letvjgb-2026-12-05

Финансирование: Работа поддержана бюджетным проектом ИЦиГ СО РАН № FWNR-2026-0033.

Original article

Evaluation of the diversity of qualities of strawberry fruits in forest-steppe conditions of the Novosibirsk Ob region

А.А. Kuzmina  , N.V. Davydova , A.V.A. Kuzmin, A.M. Belykh

Abstract. Strawberries (*Fragaria × ananassa*) are a dietary product due to the peculiarities of their chemical composition, determined by the genotype of the variety and the agro-climatic conditions of cultivation. The aim of this study was to conduct a comparative biochemical analysis of strawberry fruits and select promising forms for breeding. During 2020–2025, 32 short-day forms of strawberries of various ecological and geographical origin were studied in the conditions of the central forest-steppe of the Novosibirsk Ob region. The berries were harvested at the stage of optimal ripeness, the analysis was carried out according to standard methods. The results show different levels of varietal diversity in the collection in terms of the content of the following substances: carotenoids ($V = 54.1\%$); titratable acidity ($V = 25.7\%$), anthocyanins ($V = 35.9\%$); total sugars ($V = 14.9\%$), ascorbic acid ($V = 17.1\%$), dry matter ($V = 12.0\%$). The fruit's primary quality is taste, which was assessed using the sugar-acid ratio (SAR). Varietal diversity for this indicator was noted as high

Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал Федерального исследовательского центра Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, р.п. Краснообск, Новосибирская область, Россия
Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

 kuzmina@bionet.nsc.ru

© Кузьмина А.А., Давыдова Н.В., Кузьмин А.В.А., Белых А.М., 2026

($V = 32.0\%$). Using the cluster analysis, which took into account the values of sugar and acid content, as well as SAR, the varieties were divided into 7 groups. The analysis showed that different combinations of sugar and acid levels had the same SAR values, which can affect the same taste perception, but with different nutritional values of fruits. The varieties with stable indicators of "harmonious" taste throughout the research were selected for breeding: Elsanta, Feyerverk, Kokinskaya zarya, Orlets, Rusich, Yuniya Smayds, OO/2-4-6, EF33-2011, (SAR = 6.3–10.3). Anthocyanins, ascorbic acid, and carotenoids have antioxidant properties, and their content in the studied varieties varied within 20.40–139.60, 12.50–62.60, 0.40–4.43 mg/100 g respectively. In Siberian conditions, the following samples were recommended as sources of high anthocyanin content: Feyerverk (119.00 mg/100 g), Lafanya (110.28 mg/100 g), Kokinskaya zarya (99.36 mg/100 g), Onda (94.06 mg/100 g), EF2011-nl (83.37 mg/100 g), Vima Xima (75.20 mg/100 g).

Key words: *Fragaria* × *ananassa*; variety; dry matter; sugars; titrated acidity; ascorbic acid; anthocyanins; carotenoids; sugar/acid ratio; Western Siberia

For citation: Kuzmina A.A., Davydova N.V., Kuzmin A.V.A., Belykh A.M. Evaluation of the diversity of strawberry fruit quality in the forest-steppe of the Novosibirsk Ob region. *Pisma v Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Lett Vavilov J Genet Breed.* 2026;12(1):31-40. doi 10.18699/letvjgb-2026-12-05

Funding: This work was supported by Institute of Cytology and Genetics, SB RAS budget projects No. FWNR-2026-0033.

Введение

Крупноплодная земляника (*Fragaria* × *ananassa* Duch.), благодаря ценному микроэлементному составу ягод и их диетическим свойствам, занимает лидирующие позиции в мире по занимаемым площадям и объему продукции (Батурин, Кузьмина, 2019). Биологические особенности культуры позволяют эффективно работать с обширным генофондом в суровых сибирских условиях. При этом комплексное изучение интродуцированных сортов земляники с выявлением адаптивных форм с высоким уровнем хозяйственно ценных признаков одно из основных путей обновления сортимента (Петрук и др., 2019; Козлова, 2022), как и возможность оптимизировать селекционный процесс за счет привлечения новых источников и доноров ценных признаков для создания сортов земляники садовой промышленного значения (Зубов, 2004).

Плоды земляники ценятся за десертный вкус, оригинальный аромат, богатый химический состав и лечебно-профилактические свойства плодов (Акимов и др., 2019; Жбанова, Лукьянчук, 2022). Одной из задач селекционной работы по садовым культурам является повышение качества плодов. Питательные и профилактические свойства земляники в значительной мере обусловлены биохимическим составом, который зависит от генотипа, а также условий произрастания и сроков сбора урожая. Для селекционных программ, направленных на обогащенный биохимический состав, изучение стабильности характеристик качества плодов у разных генотипов актуально для выбора родительских форм (Стольников, 2014; Cervantes et al., 2020). В связи с этим целью исследований были сравнительный биохимический анализ ягод коллекционных образцов земляники садовой и отбор перспективных форм для селекционных работ.

Материалы и методы

Исследования проведены в 2020–2025 гг. на базе Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции – филиала института цитологии и генетики СО РАН (СибНИИРС – филиал ИЦиГ СО РАН, Новосибирская область). Для изучения были отобраны 32 сортообразца земляники садовой короткого дня российской, зарубежной и местной сибирской селекции (табл. 1), семь из которых рекомендованы (р) по 1-й зоне садоводства «Новосибирская» Новосибирской области: Анастасия, Первоклассница, Сол-

нечная полянка, Фестивальная, Фея, Юния Смайдс, Elsanta (Сортовое районирование..., 2022).

Коллекционные опыты заложены в 2018–2021 гг. на участке СибНИИРС (п. Мичуринский): почвы серые лесные с $pH = 5.79$ и содержанием в пахотном горизонте (25 см): гумуса 2.5 %; фосфора и калия по Чирикову 50.0 и 25.95 мг/100 г соответственно (Кузьмина, 2023). Агротехника: предшественник – черный пар, на делянках ручная обработка почвы, жесткий агрофон, влагозарядковый полив проводили однократно в июне 2023 года в период массового цветения.

Метеорологические условия в периоды исследований апрель – июль 2020–2025 гг. отличались контрастными показателями по влагообеспеченности и температуре воздуха (табл. 2). Наиболее жаркие периоды, совпавшие со временем налива ягод, отмечены в июне 2022–2025 гг., когда показатели среднесуточной температуры за месяц превышали среднемноголетнюю норму на 1.4–3.1 °C. Дефициты осадков наблюдались в мае 2022–2023 гг. и в июне 2023 г., избыток осадков 262.9 мм – в период май–июль 2024 г., что на 64 % превышало среднемноголетнюю норму. Возвратные заморозки на опытном участке зарегистрированы во время начала массового цветения 30.05.2024, 01.06.2024; 29.05.2025.

Метеорологические условия в период цветения внесли существенные коррективы по численности выборки анализируемых образцов из коллекции. Из-за заморозков у отдельных образцов погибло от 12 до 100 % завязи (2024–2025 гг.). Воздушная засуха и высокие температуры во время цветения в 2022–2023 гг. привели к деформации ягод (3.5–100 %), образцы с такими недостатками были исключены из выборки для анализов в отдельные годы.

Биохимический анализ осуществляли в аналитической лаборатории СибНИИРС – филиале ИЦиГ СО РАН в период массового созревания ягод (второй сбор) по общепринятым методикам (Методы..., 1987). Содержание сухого вещества определяли гравиметрическим методом, содержание общих сахаров (ОС) – методом Бертрена, количество титруемых кислот (ТК) – титрованием экстракта 0.1н щелочью в присутствии фенолфталеина, аскорбиновой кислоты (АК) – методом прямого извлечения из растений 1 % соляной кислотой, с последующим титрованием с помощью 2,6-дихлориндофинола (краска Тильманса), сумму каротиноидов – выделением с помощью петролейного эфира

Таблица 1. Образцы земляники садовой из коллекции ИЦиГ СО РАН

Table 1. Strawberry accessions from the collection of the Institute of Cytology and Genetics, SB RAS

Селекция	Образец
Отечественная	Александрина, Альфа, Анастасия (р), Берсенеvская, Даренка, Десна, Кокинская ранняя, Купчиха (земклуника), Орлец, Первоклассница (р), Русич, Солнечная полянка (р), Фейерверк, Фестивальная (р), Фестивальная ромашка, Фея (р), Царица, Юния Смайдс (р)
Новосибирская	Бердский рубин, Карусель, Лафания, Танюша, ОО/2-39-9 (Д-344 × Bounty), ОО/2-4-6 (Пурпуровая × Bounty), ЭФ18-5-94 (Фейерверк св. оп.), ЭФ2011-нл (F2 Фейерверк св. оп.), ЭФ33-2011 (неизвестно)
Зарубежная	Elsanta (р), Maria, Onda, Tenira, Vicoda, Vima Xima
Неустановленная	Чамора Туруси

Примечание. (р) – районированные сорта по Новосибирской зоне садоводства Новосибирской области (10-й регион).

Таблица 2. Метеорологические условия за апрель–июль 2020–2025 гг. (Pogodaiklimat.ru. Онлайн-ресурс. Доступно: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=29638>)

Table 2. Weather in April–July 2020–2025

(Pogodaiklimat.ru. Online resource.

Available: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=29638>)

Год	Апрель	Май	Июнь	Июль
Среднесуточная температура воздуха, °С				
2020	8.2	15.5	16.6	19.7
2021	3.3	14.3	16.2	19.7
2022	5.2	15.4	17.3	18.9
2023	1.1	11.8	19.0	21.6
2024	4.2	11.3	19.5	21.6
2025	7.2	12.4	20.7	19.4
Норма	3.6	11.9	17.6	19.5
Количество осадков, мм				
2020	8.0	53.7	23.8	84.9
2021	11.2	25.1	73.1	22.4
2022	17.3	2.5	58.8	47.8
2023	7.0	5.5	26.1	62.3
2024	22.9	69.5	112.9	80.2
2025	42.0	37.0	58.0	57.0
Норма	24.0	37.0	55.0	68.0

и измерением их абсорбции на спектрофотометре SOLAR PV 2201 (длина волны 435 нм), антоцианов – извлечением экстракцией смесью 96 % этилового спирта и 1 % соляной кислоты в соотношении 20:20, с последующим спектрофотометрированием при длине волны 529 нм, в пересчете на цианидин-3,5-дигликозид (453 нм). Концентрацию биохимических компонентов выражали в единицах на сырую массу (% , мг/100 г), содержание антоцианов дополнительно приведено в пересчете на сухое вещество (мг/100 г СВ). Оценочным критерием вкуса ягод служил сахарокислотный индекс (СКИ), полученный из соотношения количества общих сахаров и титруемых кислот.

Статистическую обработку экспериментальных данных и построение графиков выполняли с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel по общепринятым методам (Доспехов, 2011). Статистическая обработка данных и визуализация результатов методами: иерархический кластерный анализ (Ward's Method) и анализ главных компонент (PCA), выполнены с использованием программного

обеспечения Past 4.03. В работе использованы обозначения: М – среднее, $\pm t$ – стандартная ошибка среднего, V – коэффициент варьирования, %. Последний показатель оценивали по шкале градаций уровней изменчивости, предложенной С.А. Мамаевым (1969).

Результаты и обсуждение

Основными биохимическими показателями, определяющими качество плодов земляники, являются содержание сухих веществ, сахаров, органических кислот (титруемая кислотность), аскорбиновой кислоты и антоцианов.

Среднее содержание сухих веществ в ягодах земляники изученных образцов находилось в пределах 10.3 % (ЭФ2011-нл) – 16.2 % (ЭФ18-5-94), при среднем значении по группе 13.4 ± 0.28 %, варьирование показателя по коллекции отмечено на низком уровне ($V = 12.0$ %) (табл. 3). Повышенное их содержание отмечено в 2023 г. ($M = 16.6 \pm 0.76$ %; $V = 19.9$ %), когда в период созревания ягод погодные условия характеризовались отсутствием осадков и высоким температурным режимом. Самый низкий уровень накопления сухих веществ отмечен в 2024 г. ($M = 11.5 \pm 0.31$ %; $V = 13.8$ %). Высокое и наиболее устойчивое содержание сухих веществ ($V < 20.0$ %) за 3–5 лет исследований отмечено у образцов: Русич (13.1 %), Фейерверк (13.8 %), Купчиха (14.6 %), Чамора Туруси (14.6 %), Десна (14.8 %), Берсенеvская (15.4 %), ЭФ18-5-94 (16.2 %).

Содержание суммы сахаров в ягодах составило в среднем 8.3 ± 0.22 %, с пределами варьирования от 5.9 % (Vicoda) до 10.6 % (Чамора Туруси), при средней сортовой изменчивости признака ($V = 14.9$ %). Для большинства сортов (84.4 %) было характерно содержание сахаров в ягодах более 7.0 %. Наиболее высокие результаты получены в 2020 и 2023 гг., среднее по коллекции составило 9.6 ± 0.26 % ($V = 17.6$ %) и 10.5 ± 0.36 % ($V = 15.1$ %), соответственно. Высокое и наиболее устойчивое по годам содержание суммы сахаров показали следующие образцы: Десна (8.5 ± 0.75 %), Кокинская заря (9.0 ± 0.37 %), Русич (9.9 ± 0.96 %), Tenira (8.9 ± 0.20 %), ОО/2-39-9 (8.3 ± 0.87 %), ЭФ33-2011 (8.8 ± 0.60 %). Отдельно следует выделить как ценные генотипы со средними показателями за годы изучения выше 10.0 %: Лафания, Орлец, Чамора Туруси, Elsanta и ОО/2-4-6.

Содержание титруемых кислот в ягодах исследуемых образцов варьировало от 0.8 % (Лафания) до 1.9 %

Таблица 3. Химический состав плодов коллекционных образцов земляники садовой, 2020–2025 гг.
Table 3. Chemical composition of fruit of strawberry accessions, 2020–2025

Сортообразец	Кол-во лет	Сухое вещество, %		Сумма сахаров, %		Общая титруемая кислотность, %	
		М	V	М	V	М	V
Александрина	2	13.0	5.9	7.2	5.9	1.3	56.7
Альфа	4	12.8	9.5	8.0	26.0	1.5	38.7
Анастасия (р)*	5	15.2	27.2	8.6	25.0	1.7	34.6
Берсеневская	3	15.4	15.9	9.7	32.9	1.3	15.1
Даренка	4	11.6	7.8	7.0	20.2	0.9	43.1
Десна	5	14.8	17.2	8.5	17.7	0.9	46.1
Карусель	5	10.7	16.5	6.8	23.8	1.7	11.2
Кокинская заря	5	14.9	21.3	9.0	8.1	1.2	25.7
Купчиха	4	14.6	14.0	8.6	24.9	1.0	26.8
Лафания	5	14.7	25.9	8.4	18.0	0.8	42.3
Орлец	3	15.7	34.8	10.4	21.8	1.0	13.0
Первоклассница (р)*	2	12.6	15.2	6.8	43.7	1.6	2.7
Русич	3	13.1	5.2	9.9	19.4	1.9	11.1
Солнечная полянка (р)*	5	12.4	13.6	7.4	30.9	1.6	15.3
Танюша	4	11.8	8.5	7.7	14.5	1.4	30.0
Фейерверк	4	13.8	9.3	8.3	29.2	0.9	24.6
Фестивальная (р)*	5	12.5	15.4	8.2	32.6	1.2	19.5
Фея (р)*	2	14.3	8.1	7.5	18.0	1.2	0.6
Царица	4	13.6	29.9	6.7	25.9	1.6	18.0
Чамора Туруси	3	14.6	16.1	10.6	28.1	1.1	30.9
Юния Смайдж (р)*	3	12.2	17.7	8.2	21.9	1.0	8.2
Elsanta (р)*	4	14.2	25.8	9.9	24.0	1.4	7.2
Maria	2	15.0	16.1	7.3	24.4	0.9	15.7
Onda	3	10.4	19.6	7.4	5.7	1.1	26.2
Tenira	4	12.2	15.3	8.9	4.0	1.2	15.3
Vicoda	2	12.2	7.5	5.9	28.8	1.9	0.7
Vima Xima	2	12.6	28.3	6.7	52.8	1.3	5.1
ОО/2-39-9	3	12.3	8.9	8.3	21.0	1.1	34.6
ОО/2-4-6	3	15.6	25.8	10.0	36.4	1.8	49.7
ЭФ18-5-94	3	16.2	4.9	10.0	36.5	0.9	11.1
ЭФ2011-нл	4	10.3	3.5	7.2	11.9	1.0	44.8
ЭФ33-2011	5	12.6	20.3	8.8	13.7	1.1	18.9
М по коллекции		13.4	15.9	8.3	23.0	1.3	24.3
± m		0.28	1.45	0.22	1.91	0.06	2.71
Min		10.3	3.5	5.9	4.0	0.8	0.6
Max		16.2	34.8	10.6	52.8	1.9	56.7
V по коллекции, %		12.1		14.8		25.7	

Примечание. (р)* – районированные сорта по Новосибирской зоне садоводства Новосибирской области (10-й регион).

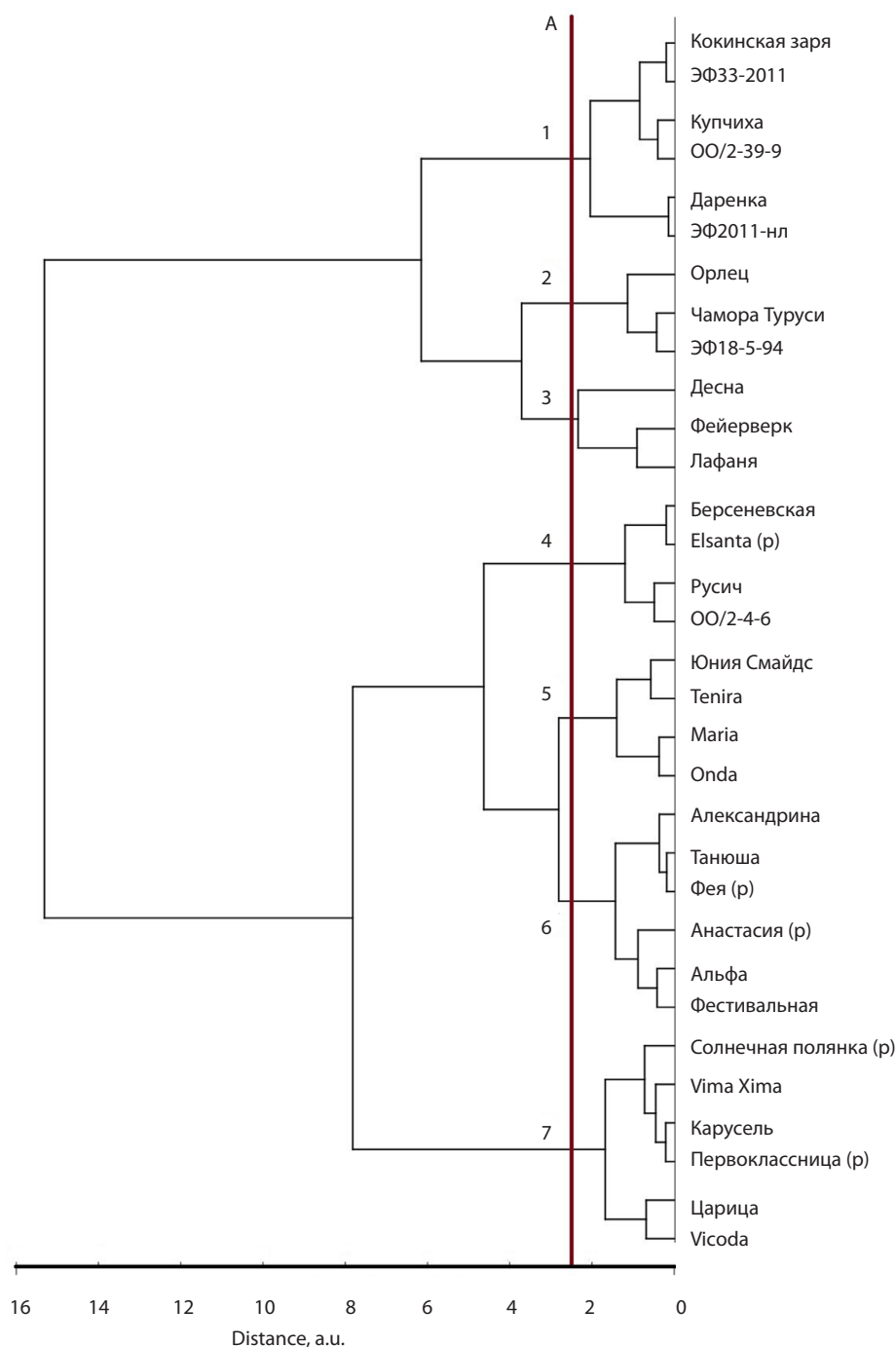


Рис. 1. Дендрограмма кластерного анализа образцов земляники по ряду признаков: сахара, титруемая кислотность, сахарокислотный индекс. А – вертикальная фенонная линия нанесена авторами; 1–7 – кластеры.

Fig. 1. Cluster analysis of strawberry samples according to a number of characters: sugars, titrated acidity, sugar/acid ratio. А – vertical phenon line drawn by the authors; 1–7 – clusters.

(Русич, Vicoda), среднее по коллекции составило 1.3 ± 0.06 % при повышенном уровне сортовой изменчивости ($V = 25.7$ %).

Селекция культур для улучшения вкуса усложняется поисками взаимосвязей сенсорных ощущений с химическим

составом (Fan et al., 2021) СКИ является критерием сравнения и отбора, который относительно достоверно отражает вкус свежих ягод земляники. Параметры СКИ, соответствующие гармоничному сочетанию сахара и кислоты, равны 7–9 (Козлова, 2022).

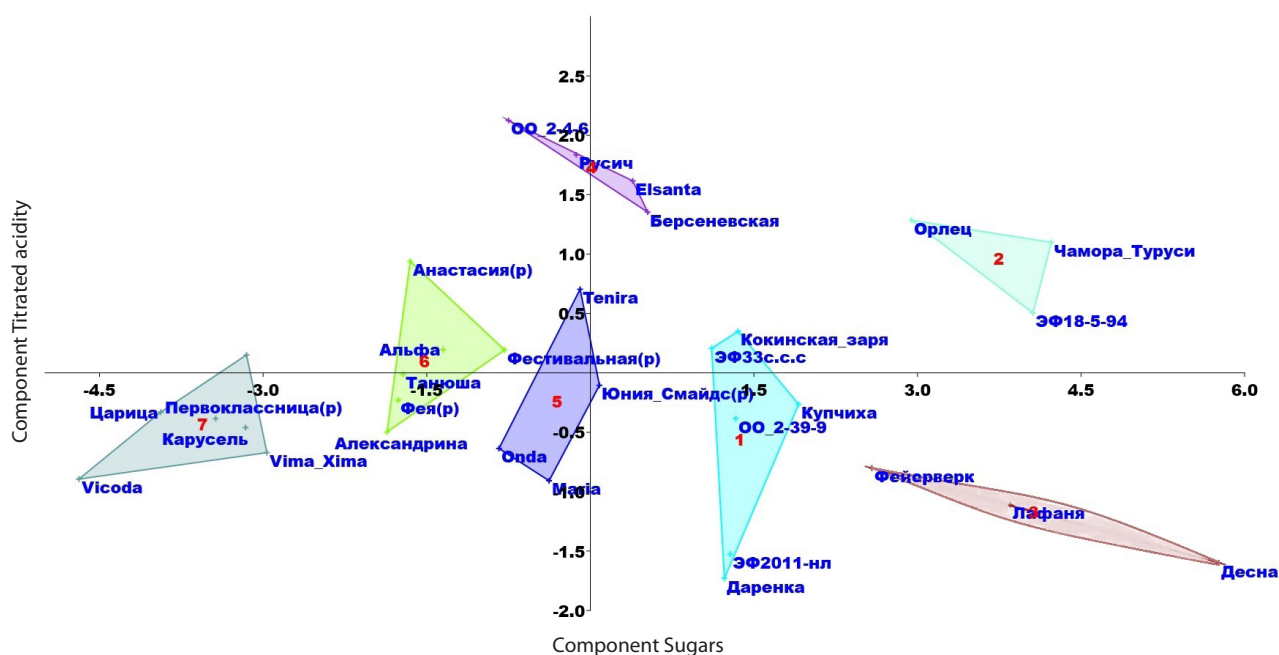


Рис. 2. Диаграмма рассеяния первой и второй главных компонент 32 образцов земляники садовой.

Fig. 2. Scatter plot of the first and second principal components of 32 strawberry accessions.

Таблица 4. Пределы средних значений для показателей качества плодов земляники садовой в выделенных кластерах
Table 4. Limits of average values for quality indicators of strawberry fruit in the selected clusters

Кла-стер	Образец	Общие сахара, %	Титруемая кислотность, %	Сахарокислотный индекс
1	Даренка*, Кокинская заря, Купчиха, ОО/2-39-9, ЭФ2011-нл, ЭФ33-2011	7.0–9.0	0.9–1.0	8.6–10.3
2	Орлец*, Чамора Туруси, ЭФ18-5-94	10.0–10.6	0.9–1.1	10.0–11.3
3	Десна, Лафаня, Фейерверк*	8.4–8.5	0.8–0.9	11.6–13.6
4	Берсенеvская, Русич, Elsanta*, ОО/2-4-6	9.7–10.0	1.3–1.9	6.3–7.7
5	Юния Смайдс*, Maria, Onda, Tenira	7.3–8.9	0.9–1.2	7.0–7.7
6	Александрина, Альфа, Анастасия*, Танюша, Фестивальная*, Фея*	7.2–8.6	1.2–1.7	5.8–6.8
7	Карусель, Первоклассница*, Солнечная полянка*, Царица, Vicoda, Vima Xima	5.9–7.4	1.3–1.9	3.5–5.0

* Сорта земляники, широко известные в Западной Сибири.

В целях подтверждения отличия по признакам, влияющим на вкус ягод земляники, у исследованных образцов была проведена иерархическая кластеризация полученных данных (рис. 1). В кластерный анализ были включены показатели: «сахара», «титруемая кислотность» и «СКИ». Согласно результатам кластерного анализа, образцы сгруппированы в семь кластеров при коэффициенте объединения 2.5 условных единицы.

Так как кофенетическая корреляция кластеризации (corhen. cor.) была равна 0.65, то для проверки допустимости проведенной кластеризации применили метод главных компонент (PCA), результаты которого показали, что выделенные группы сортов различаются по совокупности двух

признаков (рис. 2), при этом на различие групп значительно повлиял признак «сахара» – 86.7 %.

В табл. 4 для каждого полученного кластера представлены пределы изменчивости признаков качества ягод и выделены сорта земляники, которые широко известны в Сибири, что позволяет использовать их в качестве эталона/контроля при определении характеристики вкуса. Сорта с наиболее выраженной сладостью во вкусе соотношены в кластеры 1–3, с «традиционным» вкусом – кластер 6.

Как видно из табл. 4, различные комбинации уровней сахаров и кислот имели схожие значения СКИ, что может влиять на одинаковое восприятие вкуса, но при различной питательной ценности плодов. Если рассматривать класте-

Таблица 5. Содержание антоцианов в плодах образцов земляники садовой, 2023–2025 гг.

Table 5. Anthocyanin content in fruit of strawberry samples, 2023–2025

Образец	Содержание антоцианов мг/100 г на сырое вещество			мг/100 г на сухое вещество		
	М	min	max	М	min	max
Альфа	46.26	34.90	55.09	354.10	269.91	454.91
Анастасия (р)	38.60	25.73	52.10	267.46	170.57	427.05
Берсеневская	52.34	49.96	56.04	344.78	314.65	395.27
Даренка	51.40	47.93	56.24	462.23	411.77	512.20
Десна	60.22	31.92	82.16	434.53	228.00	646.93
Карусель	39.58	27.48	56.40	406.34	230.15	585.06
Кокинская заря	64.09	32.52	99.36	446.92	230.64	633.67
Купчиха	53.27	40.98	75.96	395.70	247.76	644.82
Лафаня	110.28	59.00	131.54	793.75	368.75	1179.65
Орлец	65.30	58.86	71.74	465.14	272.12	658.17
Русич	65.63	64.54	66.84	502.20	465.66	533.44
Солнечная полянка (р)	59.34	35.00	78.87	500.17	263.16	751.14
Танюша	46.31	37.06	61.84	402.60	323.67	511.50
Фейерверк	119.00	97.78	139.60	870.22	633.29	1007.22
Фестивальная (р)	43.66	30.36	55.11	374.40	202.00	514.57
Царица	62.15	45.84	75.44	514.89	248.59	817.33
Чамора Туруси	48.25	30.84	65.66	370.05	218.57	521.53
Юния Смайдс (р)	40.09	39.52	40.66	403.39	380.00	426.78
Elsanta (р)	62.12	41.96	72.36	499.36	237.20	784.22
Onda	94.06	76.44	111.68	973.07	947.21	998.93
Tenira	61.06	31.65	84.08	533.36	219.79	799.24
Vicoda	39.40	37.76	41.04	305.84	283.62	328.06
ОО/2-39-9	66.35	55.04	79.33	545.64	410.75	649.71
ОО/2-4-6	27.15	20.40	35.81	189.32	101.54	291.14
ЭФ2011-нл	83.37	75.20	91.53	831.08	750.50	911.65
ЭФ33-2011	58.15	36.50	69.89	448.36	275.26	651.82
М по образцам	59.90			485.96		
V, %	35.9			38.4		

ры 4 и 5, где уровень титруемых кислот выше рекомендуемых параметров оптимального содержания органических кислот 0.8–1.0 % (Стольников, 2014; Акимов, и др., 2019), то при исключении схожих образцов из селекционных работ, возможна потеря оригинального вкуса, который на данный момент сложно установить традиционными методами. Так у многих культур с тысячелетней историей возделывания востребованы плоды с различными вкусовыми характеристиками, то вероятно появятся модели сортов земляники с параметрами в зависимости от их назначения и предпочтений потребителей. Поэтому в качестве источников для селекционного процесса рассматриваются образцы с разными сочетаниями сахаров и кислот, но наиболее стабильные в наших условиях по показателю «гармоничный вкус ягод»: Кокинская заря (ОС – 9.0 %, ТК – 1.2 %, СКИ – 8.8); Ор-

лец (ОС – 10.4 %, ТК – 1.0 %, СКИ – 10.0); Русич (ОС – 9.9 %, ТК – 1.9 %, СКИ – 7.0); Фейерверк (ОС – 8.3 %, ТК – 0.9 %, СКИ – 10.3); Elsanta (р) (ОС – 9.9 %, ТК – 1.4 %, СКИ – 7.5); ЭФ33-2011 (ОС – 7.2 %, ТК – 1.0 %, СКИ – 8.6); ОО/2-4-6 (ОС – 10.0 %, ТК – 1.8 %, СКИ – 6.3).

Витаминная и антиоксидантная ценность земляники определяется высоким содержанием веществ, обладающих антиоксидантными свойствами, около 30 % они представлены аскорбиновой кислотой, 25–40 % приходится на долю антоцианов (Tulipani et al., 2008). Также антоцианы, наряду с фенольными кислотами, аскорбиновой кислотой, играют роль в жизнедеятельности растений, в частности, в адаптации к климатическим условиям, защите от стрессовых факторов (Ершова, 2023). Красивая насыщенная красная окраска характерна для форм с высоким содержанием

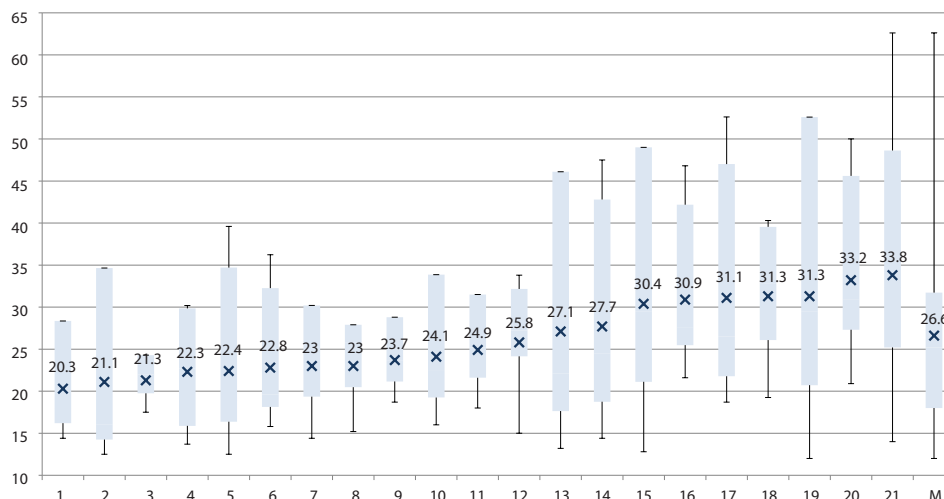


Рис. 3. Содержание аскорбиновой кислоты в плодах образцов земляники садовой, 2020–2024 гг.

1 – Чамора Туруси, 2 – Царица, 3 – Берсенеvская, 4 – Лафания, 5 – Купчиха, 6 – Tenira, 7 – Альфа, 8 – ОО/2-39-9, 9 – Elsanta (p), 10 – ОО/2-4-6, 11 – Фейерверк, 12 – Десна, 13 – Танюша, 14 – Фестивальная (p), 15 – Даренка, 16 – ЭФ33-2011, 17 – Кокинская заря, 18 – Карусель, 19 – Орлец, 20 – Анастасия (p), 21 – Солнечная полянка (p).

Fig. 3. The content of ascorbic acid in the fruit of strawberry samples, 2020–2024.

1 – Chamora Turusi, 2 – Tsaritsa, 3 – Bersenevskaya, 4 – Lafanya, 5 – Kupchikha, 6 – Tenira, 7 – Alpha, 8 – OO/2-39-9, 9 – Elsanta (r), 10 – OO/2-4-6, 11 – Feyerverk, 12 – Desna, 13 – Tanyusha, 14 – Festivalnaya (r), 15 – Darenka, 16 – EF33-2011, 17 – Kokinskaya zarya, 18 – Carousel, 19 – Orlets, 20 – Anastasia (r), 21 – Solnechnaya polyanka (r).

антоцианов, поэтому большую ценность для свежего потребления, а также для переработки представляют сорта с уровнем накопления антоцианов выше 50.0 мг/100 г (Зубов, 2004).

Сортовая изменчивость по содержанию антоцианов отмечена в коллекции как очень высокая $V = 35.9\%$ (38.4 % мг/100 г СВ) с пределами варьирования: на сырое вещество от 27.15 мг/100 г (элитная форма ОО/2-4-6) до 119.00 мг/100 г (Фейерверк), на сухое вещество от 189.32 мг/100 г (ОО/2-4-6) до 973.07 мг/100 г (Onda) среднее по коллекции составило 60.36 мг/100 г (489.65 мг/100 г СВ) (табл. 5).

Для оценки образцов земляники по содержанию антоцианов в плодах было использовано ранжирование, предложенное Е.В. Жбановой и И.В. Лукьянчук, с единицей градации признака 20.0 мг/100 г (Жбанова, Лукьянчук, 2022). Наиболее благоприятными годами для накопления антоцианов в плодах были отмечены 2024–2025. Высокое содержание антоцианов (70.1–90.0 мг/100 г) в этот период установлено у 41 % сортообразцов: Десна, Купчиха, Орлец, Солнечная полянка, Царица, Elsanta, Maria, Tenira, Vima Xima, ЭФ18-5-94, ЭФ2011-нл, ОО/2-39-9. К группе с очень высоким содержанием антоцианов в ягодах более 90 мг/100 г относились следующие сорта и элитные формы: Фейерверк (119.0 мг/100 г), Onda (94.06 мг/100 г), Лафания (110.28 мг/100 г), Кокинская заря (2025 г. – 99.36 мг/100 г).

На рис. 3 представлено среднее содержание АК в ягодах коллекционных образцов, которое составило 26.6 мг/100 г ($V = 36.8\%$), с пределами варьирования от 20.3 до 33.8 мг/100 г – Чамора Туруси и Солнечная полянка соответственно. Самые высокие показатели по накоплению АК были отмечены в 2020 г.: в среднем 35.5 ± 2.27 мг/100 г ($V = 41.9\%$).

Учитывая, что ягоды изученных образцов содержали АК ниже оптимального уровня – 60 мг/100 г (Зубов, 2004) и в условиях наших опытов многие интродуцированные сорта не достигли своих пределов, отмеченных исследователями других регионов, то можно предположить, что на процесс накопления АК значительно влияли агроклиматические условия. В качестве источника повышенного содержания АК в ягодах предлагаются образцы: Карусель 31.3 мг/100 г ($V = 30.4\%$), Анастасия – 33.19 мг/100 г ($V = 36.8\%$), ЭФ33-2011 – 30.87 мг/100 г ($V = 35.6\%$), ЭФ2011-НЛ – 34.9 мг/100 г ($V = 53.9\%$), Солнечная полянка – 33.77 мг/100 г ($V = 53.3\%$), Кокинская заря – 31.07 мг/100 г ($V = 48.7\%$).

Очень высокий уровень сортовой изменчивости отмечен по содержанию каротиноидов (рис. 4), так в 2023 г. среднее содержание по сортам составило 0.98 мг/100 г ($V = 54.1\%$), минимальное – 0.40 мг/100 г (Альфа), максимальное – 2.42 мг % (Карусель). Результаты анализов в дождливое лето 2024 г. были выше, и среднее по сортам составило 2.34 мг/100 г ($V = 47.8\%$), наименьшее – 0.46 мг/100 г (Юния Смайдс), максимальное – 4.43 мг/100 г (Фейерверк). По содержанию каротиноидов наиболее стабильные результаты выше средних 0.98–2.34 мг/100 г имели сорта Берсенеvская 2.14–2.84 мг/100 г и Карусель 2.42–3.02 мг/100 г.

Образцы земляники характеризуются невысоким содержанием каротиноидов, которые являются природным пигментом, но в сочетании с высоким содержанием антоцианов не проявляют себя в окраске ягод. Исследователи рассматривают перспективы на увеличение содержания каротиноидов в плодах как для повышения питательной, так и эстетической ценности земляники при получении белоплодных форм без антоцианов (Amaya et al., 2025).

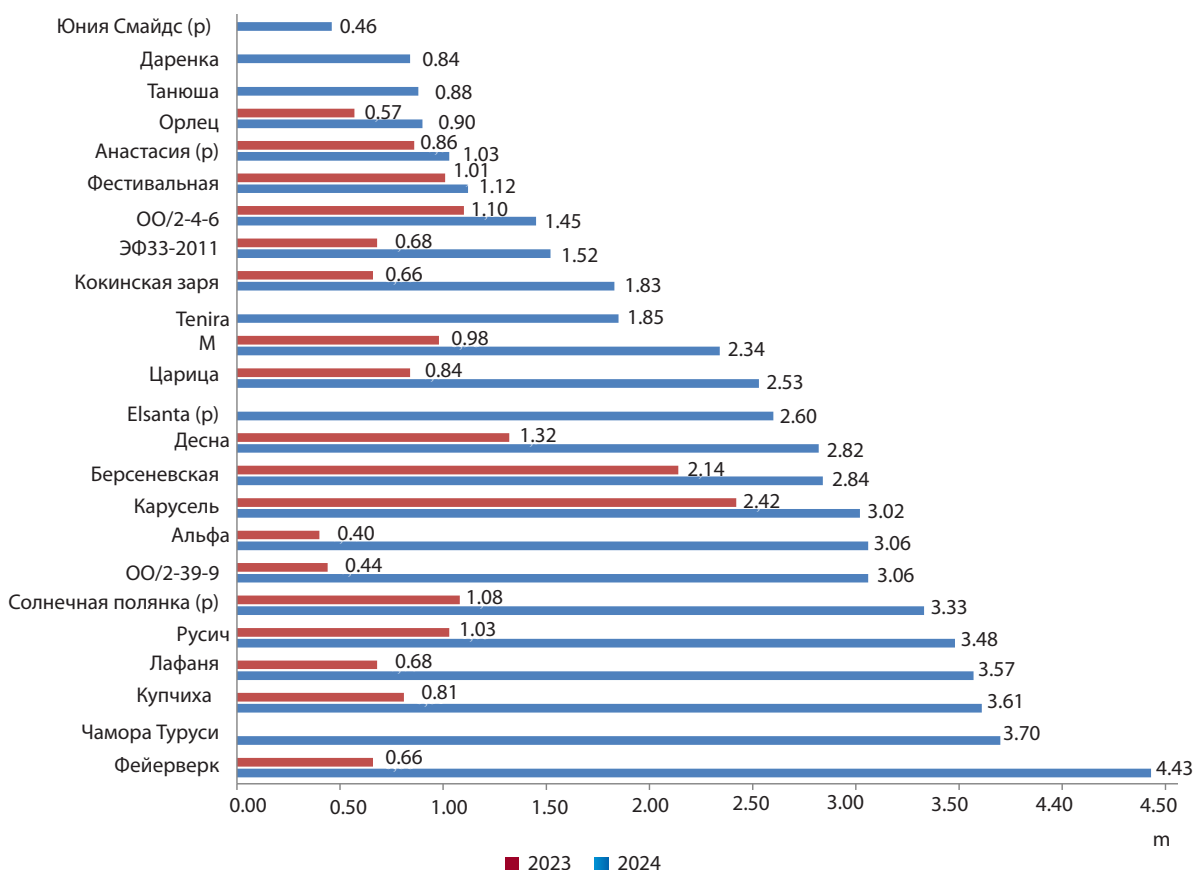


Рис. 4. Содержание каротиноидов в ягодах образцов земляники садовой, 2023–2024 гг.
Fig. 4. Carotenoid content in berries of strawberry accessions. 2023–2024.

Заключение

В результате исследования биохимического состава ягод земляники установлена сортовая изменчивость по всем проанализированным признакам ($V = 12.0–54.1\%$), что свидетельствует о разнообразии изученной коллекции и возможности отбора перспективного материала для селекции.

В условиях лесостепи Новосибирского Приобья выделен ряд образцов, имеющих оптимальные и стабильные параметры биохимических показателей, рекомендуемые в качестве источников для селекции по следующим признакам: гармоничный вкус – Кокинская заря, Орлец, Русич, Фейерверк, Elsanta, ЭФ33-2011, ОО/2-4-6; повышенного содержания АК – Анастасия, Солнечная полянка, Карусель, Кокинская заря, ЭФ33-2011, ЭФ2011-нл.

В качестве источников высокого содержания антоцианов, помимо известных доноров в сибирских условиях, таких как Фейерверк, Elsanta, Maria, предлагаются образцы: Кокинская заря, Лафания, Vima Xima, Onda, ЭФ2011-нл.

Список литературы / References

Акимов М.Ю., Жбанова Е.В., Макаров В.Н., Перова И.Б., Шевякова Л.В., Вржесинская О.А., Бекетова Н.А., Кошелева О.В., Богачук М.Н., Рылина Е.В., Лукьянчук И.В., Миронов А.М. Пищевая ценность плодов перспективных сортов земляники. *Вопросы питания*. 2019;88(2):64-72. doi 10.24411/0042-8833-2019-10019

[Akimov M.Yu., Zhbanova E.V., Makarov V.N., Perova I.B., Shevyakova L.V., Vrzhesinskaya O.A., Beketova N.A., Kosheleva O.V., Bogachuk M.N., Rylyina E.V., Luk'yanchuk I.V., Mironov A.M. Nutrient value of fruit in promising strawberry varieties. *Probl Nutr.* 2019;88(2):64-72. doi 10.24411/0042-8833-2019-10019 (in Russian)]

Батурин С.О., Кузьмина А.А. Создание и оценка гибридного материала для селекции нейтральнодневной крупноплодной земляники (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) в Западной Сибири. В: Plant Genetics, Genomics, Bioinformatics, and Biotechnology (PlantGen2019): Abstracts. Новосибирск, 2019;239. doi 10.18699/PlantGen2019-221

[Baturin S.O., Kuzmina A.A. Development and evaluation of hybrid material for breeding neutral-day large-fruited strawberries (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) in Western Siberia. In: Plant Genetics, Genomics, Bioinformatics, and Biotechnology (PlantGen2019): Abstracts. Novosibirsk, 2019;239. doi 10.18699/PlantGen2019-221 (in Russian)]

Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2011 [Dospikhov B.A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Alliance Publ., 2011 (in Russian)]

Ершова И.В. Биофлавоноиды ягод земляники садовой в процессе их хранения. *Современное садоводство*. 2023;(4):115-126. doi 10.52415/23126701_2023_0411

[Ershova I.V. Bioflavonoids in strawberry berries during their storage. *Contemp Hortic.* 2023;(4):115-126. doi 10.52415/23126701_2023_0411 (in Russian)]

Жбанова Е.В., Лукьянчук И.В. Характеристика генетической коллекции сортов земляники (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) по компонентам антиоксидантного комплекса плодов. *Труды по*

- прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022;183(2):32-42. doi 10.30901/2227-8834-2022-2-32-42
- [Zhbanova E.V., Luk'yanchuk I.V. Description of the genetic collection of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) cultivars according to the components of their fruit antioxidant complex. *Proc Appl Bot Genet Breed.* 2022;183(2):32-42. doi 10.30901/2227-8834-2022-2-32-42 (in Russian)]
- Зубов А.А. Теоретические основы селекции земляники. Мичуринск: ВНИИГиСПР, 2004.
- [Zubov A.A. Theoretical foundations of strawberry breeding. Michurinsk: Michurin All-Russia Institute for the Genetics and Breeding of Fruit Plants, 2004 (in Russian)]
- Козлова И.И. Основные критерии и параметры при выборе сортов земляники садовой, пригодных для интегрированного производства плодов. *Плодоводство и ягодоводство России.* 2022;69(1):28-42. doi 10.31676/2073-4948-2022-69-28-42
- [Kozlova I.I. Main criteria and parameters in selecting strawberry varieties suitable for integrated fruits production. *Pomiculture Small Fruits Culture Russia.* 2022;69(1):28-42. doi 10.31676/2073-4948-2022-69-28-42 (in Russian)]
- Кузьмина А.А. Оценка сортов земляники по содержанию растворимых сухих веществ в условиях лесостепи Новосибирского Приобья. *Современное садоводство.* 2023;(1):74-86. doi 10.52415/23126701_2023_0309
- [Kuzmina A.A. Evaluation of strawberry varieties by the soluble solids content in the forest-steppe of the Novosibirsk Ob region. *Contemp Hortic.* 2023;(1):74-86. doi 10.52415/23126701_2023_0309 (in Russian)]
- Мамаев С.А. О проблемах и методах внутривидовой систематики древесных растений. II. Амплитуда изменчивости. В: Закономерности формообразования и дифференциации вида у древесных растений. Свердловск, 1969;3-38
- [Mamaev S.A. On problems and methods of intraspecific systematics of woody plants. II. Amplitude of variability. In: Regularities of species formation and differentiation in woody plants: Proceedings of the Institute of Plant and Animal Ecology. Sverdlovsk, 1969;3-38 (in Russian)]
- Методы биохимического исследования растений. М.: Агропромиздат, 1987
- [Methods for the biochemical analysis of plants. Moscow: Agropromizdat, 1987 (in Russian)]
- Петрук В.А., Боровикова Т.В., Маркова И.Е. Хозяйственно-биологическая оценка сортов коллекции земляники садовой в лесостепи новосибирской области. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки.* 2019;49(1):35-43. doi 10.26898/0370-8799-2019-1-5
- [Petruk V.A., Borovikova T.B., Markova I.E. Economic and biological evaluation of the garden strawberry (*Fragaria ananassa*) varieties in the forest-steppe of Novosibirsk region. *Sib Her Agric Sci.* 2019;49(1):35-43. doi 10.26898/0370-8799-2019-1-5 (in Russian)]
- Сортовое районирование сельскохозяйственных культур по Новосибирской области на 2022 год. Новосибирск, 2022
- [Varietal zoning of agricultural crops in the Novosibirsk region for 2022. Novosibirsk, 2022 (in Russian)]
- Стольников Н.П. Культура земляники в Западной Сибири. Барнаул, 2014
- [Stolnikova N.P. Strawberry culture in Western Siberia. Barnaul, 2014 (in Russian)]
- Amaya I., Roldán-Guerra F.Ja., Ordóñez-Díaz J.L., Torreblanca R., Wagner H., Waurich V., Olbricht K., Moreno-Rojas J.M., Sánchez-Sevilla J.F., Castillejo C. Differential expression of *CCD4(4B)* drives natural variation in fruit carotenoid content in strawberry (*Fragaria spp.*). *Plant Biotechnol J.* 2025;23(3):679-691. doi 10.1111/pbi.14523
- Cervantes L., Ariza M.T., Miranda L., Lozano D., Medina J.J., Soria C., Martínez-Ferri E. Stability of fruit quality traits of different strawberry varieties under variable environmental conditions. *Agronomy.* 2020;10:1242. doi 10.3390/agronomy10091242
- Fan Z., Hasing T., Johnson T.S., Garner D.M., Schwieterman M.L., Barbey C.R., Colquhoun T.A., Sims C.A., Resende M.F.R., Whitaker V.M. Strawberry sweetness and consumer preference are enhanced by specific volatile compounds. *Hortic Res.* 2021;8(1):66. doi 10.1038/s41438-021-00502-5
- Tulipani S., Mezzetti B., Capocasa F., Bompadre S., Beekwilder J., de Vos C.H., Capanoglu E., Bovy A., Battino M. Antioxidants, phenolic compounds, and nutritional quality of different strawberry genotypes. *J Agric Food Chem.* 2008;56(3):696-704. doi 10.1021/f0719959

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 17.12.2025. После доработки 15.02.2026. Принята к публикации 25.02.2026.