УДК 634.75:581.19

ПЛОДЫ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ (*FRAGARIA* × *ANANASSA* DUCH.) КАК ЦЕННЫЙ ИСТОЧНИК МИКРОНУТРИЕНТОВ

Е.В. Жбанова[1] ✉, И.В. Лукъянчук[1]

[1] *ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина», 393774, Российская Федерация, Тамбовская область, г. Мичуринск, ул. Мичурина 30, info@fnc-mich.ru*

Аннотация

В работе представлены результаты изучения содержания аскорбиновой кислоты, антоцианов, минеральных элементов плодов 19 сортов земляники отечественной и зарубежной селекции в условиях Центрального Черноземья. Исследование химического состава плодов проводили в 2020…2023 гг. в лаборатории биохимии и пищевых технологий ФНЦ им. И.В. Мичурина с применением стандартных методов анализа. Среднее содержание аскорбиновой кислоты составило 56,3 мг/100 г, антоцианов – 40,0 мг/100 г. В качестве лучших по содержанию аскорбиновой кислоты (выше 60,0 мг/100 г) выделены сорта Привлекательная, Урожайная ЦГЛ, Asia, Chamora Turusi, Jubilee Driscoll, Korona. Наиболее стабильным данный показатель был у сортов Привлекательная (V = 5,9%) и Chamora Turusi (V = 6,9%). Исходя из расчетного среднего значения по содержанию аскорбиновой кислоты, потребление порции плодов земляники (100 г) покрывает суточную потребность в данном биологически активном соединении (100 мг) на 56,3%, а в зависимости от сорта – на 38,4…65,2%. Интервал изменчивости по содержанию антоцианов составил от 12,3 до 86,0 мг/100 г. Потенциал накопления антоцианов свыше 100 мг/100 г в отдельные годы изучения показал сорт Фейерверк. Использование в питании всего 100 г плодов земляники богатых антоцианами сортов: Привлекательная (73,9 мг/100 г), Фейерверк (86,0 мг/100 г), Флора (65,9 мг/100 г) позволяет удовлетворить суточную потребность в них (50 мг) на 147,8; 172,0 и 131,8% соответственно. Межсортовые различия в накоплении минеральных веществ составили 1,7…2,3 раз. Содержание катионов (мг/100 г) варьировало в пределах: K^+ – 91,2…151,9; Na^+ – 1,12…2,58; Mg^{2+} – 8,7…14,5 , Ca^{2+} – 18,4…43,0. В качестве лучших по накоплению минеральных элементов выделены сорта Былинная, Привлекательная, Фейерверк, Флора. Выделенные сорта рекомендуются для лечебно-профилактического питания.

Ключевые слова: земляника, сорта, аскорбиновая кислота, антоцианы, минеральные элементы, антиоксидантная активность

STRAWBERRY FRUITS (*FRAGARIA* × *ANANASSA* DUCH.) AS A VALUABLE SOURCE OF MICRONUTRIENTS

E.V. Zhbanova[1] ✉, I.V. Luk'yanchuk[1]

[1]*FSSI «I.V. Michurin FSC», 30. Michurin St., Michurinsk, Tambov Region, Russia, 393774, info@fnc-mich.ru*

Abstract

The content of ascorbic acid, anthocyanins and mineral elements in fruit of 19 foreign and domestic strawberry cultivars in the Central Chernozem region was studied. The study of fruit chemical composition was carried out in 2020—2023 on the instrument – analytical base of the Biochemistry and Food Technologies Lab with the use of standard methods of analysis. The ascorbic acid averagely was 56.3±1.5 mg/100 g, anthocyanins – 40.0±4.1 mg/100 g. The varieties

Privlekatelnaya, Urozhainaya CGL, Asia, Chamora Turusi, Jubilee Driscoll, Korona (above 60.0 mg/100 g) occurred to be the best in C vitamin value of fruit. The most stable indicator was in Privlekatelnaya (V = 5.9%) and Chamora Turusi (V = 6.9%). Based on the calculated value for the ascorbic acid content, we assert that the consumption of a serving of strawberries (100 g) covers the daily requirement for this biologically active compound (100 mg) by 53.3%, and depending on the variety – by 38.4—65.2%. The interval of variability for the anthocyanin content was from 12.3 (Bylinnaya) to 86.0 mg/100g (Feyerverk). Anthocyanin accumulation potential over 100 mg/100 g in some years of study was found in Feyerverk. Nutritional use of only 100g fruits of such varieties rich in anthocyanins as Privlekatelnaya (73.9 mg/100g), Feyerverk (86.0 mg/100g), Flora (65.9 mg/100g) allows to satisfy the daily need for them (50 mg) by 147.8; 172.0 and 131.8%, respectively. Intervarietal differences in accumulation of mineral substances were 1.7—2.3 times. The cation K^+ content varied within 91.2—151.9 mg/100 g, Na^+ – 1.12—2.58 mg/100 g, Mg^{2+} – 8.7—14.5 mg/100 g, Ca^{2+} – 18.4—43.0 mg/100 g. Bylinnaya, Privlekatelnaya, Feyerverk and Flora were singled out as the best ones for having mineral elements (K, Na, Mg, Ca). The superb varieties in vitaminic and antioxidant value are recommended for dietary nutrition and fruit process of functional food.

Key words: strawberry, cultivars, ascorbic acid, anthocyanins, mineral elements, antioxidant activity

Введение

Земляника садовая (*Fragaria* × *ananassa* Duch) – одна из наиболее ценных и популярных ягодных культур с уникальным цветом, вкусом и ароматом плодов. Ее употребляют в свежем, замороженном и переработанном (соки, джемы, желе) видах. По данным ФАО, мировое производство земляники превышает 9 млн. т. Китай и США совместно производят 57% от общего мирового урожая земляники. Третье место с годовым объемом производства 468 тыс. т занимает Мексика (Guevara-Teran et al., 2023). Российская Федерация с производством земляники 197 тыс. т находится на 7 месте в мировом рейтинге.

Осведомленность населения о положительном влиянии потребления фруктов, в том числе земляники, на общее состояние здоровья и самочувствие постоянно растет (Cosme et al., 2022). Вследствие относительно высокой пищевой ценности и антиоксидантной активности ее плодов и значительной пользы для здоровья, землянику рассматривают как функциональный продукт (Basu et al., 2014; Chaves et al., 2017; Guevara-Teran et al., 2023). В целом плоды земляники могут представлять важный источник поступления таких микронутриентов в рационе человека, как аскорбиновая кислота и полифенольные вещества (Лукъянчук, Жбанова, 2017; Жбанова, Лукъянчук, 2022).

Аскорбиновая кислота – одно из важнейших биологически активных соединений, необходимых для нормального функционирования организма. Недостаток аскорбиновой кислоты характерен для значительной части (10…30%) взрослого и детского населения РФ, особенно в зимне-весенний период года, что обусловлено недостаточным и нерегулярным потреблением зелени, свежих овощей и фруктов (Абалина и др., 2022).

Согласно информации о содержании аскорбиновой кислоты в свежих плодах земляники в ряде баз данных химического состава продуктов питания (США, Турция, Франция, Дания, Швейцария, Чехия, Швеция, Португалия, Бразилия, Аргентина, Мексика, Испания), различия составили от 47,0 мг/100 г (Португалия, Таблицы состава продуктов питания) до 88,7 мг/100 г (Аргентина, Таблицы состава пищевых продуктов) (https://www.fao.org/infoods/infoods/tables-and-databases/en). Российскими исследователями содержание аскорбиновой кислоты в плодах земляники оценивается в количестве 60,0 мг/100 г (Тутельян, 2012).

Во многих исследованиях антиоксидантные свойства плодов и ягод в основном связывают с полифенолами. Фенольные соединения, содержащиеся в плодах земляники, относятся к следующим группам: флавоноиды (флаванолы, флавонолсодержащие соединения и антоцианы), фенольные кислоты (гидроксибензойные и гидроксикоричные кислоты) и гидролизуемые дубильные вещества (галлотаннины и эллаготаннины) (Crespo et al., 2010; Giampieri et al., 2015; Chaves et al., 2017; Lin et al., 2021). Основной класс фенольных соединений земляники представлен флавоноидами, среди которых антоцианы являются наиболее известными и количественно наиболее важными, отвечающими за ярко-красный цвет плодов и определяющими их антиоксидантные свойства (Mezzetti, 2013; Giampieri et al., 2015).

Результаты исследований, проводившиеся отечественными и зарубежными исследователями, показывают относительно высокие антиоксидантные свойства земляники. Она включена в список 100 продуктов с максимальным значением ORAC (3577 мкмоль ТЕ/100 г), превосходя смородину красную, вишню, крыжовник (Яшин и др., 2019). Российскими исследователями (Яшин и др., 2006) на основе разработанного амперометрического метода, определено суммарное содержание антиоксидантов (ССА) в соке ряда ягод. Установлено, что земляника садовая с ССА в количестве 1,6 мг/г превосходит по данному показателю такие культуры, как кизил (1,4 мг/г), крыжовник (0,5 мг/г), облепиха (0,4 мг/г).

По данным De Souzaa V.R. с соавторами (2014) при использовании метода ABTS выявлена более высокая антирадикальная активность плодов земляники (787 мкмоль Т/100г) по сравнению с малиной и черникой, но более низкая активность, по сравнению с ежевикой (1323 мкмоль Т/100г).

Плоды земляники являются также источником макро- и микроэлементов, являющихся жизненно необходимыми компонентами рациона человека, так как участвуют во многих обменных процессах. Недостаточное поступление и несбалансированность по количественному составу макро- и микроэлементов могут сопровождаться серьезными нарушениями различных функций организма человека (Тутельян и др., 2021). Существенное различие в содержании минеральных веществ в плодах в различных регионах в основном связывают с особенностями химического состава почв.

При возрастающих требованиях, предъявляемых к сортам земляники с точки зрения пищевой и биологической ценности плодов, необходима информация по химическому составу новых отечественных и зарубежных форм земляники, в особенности по накоплению микронутриентов (аскорбиновой кислоты, антоцианов, минеральных элементов).

Цель исследования – выделение в условиях Центрально-Черноземного региона перспективных сортов земляники по важнейшим показателям микронутриентного состава плодов для лечебно-профилактического питания.

Материалы и методы

Проведены исследования современного сортимента земляники (19 сортов), включая сорта селекции ФНЦ им. И.В. Мичурина (Привлекательная, Урожайная ЦГЛ, Фейерверк, Флора, Яркая), интродуцированные отечественные (Былинная, Крымчанка 87, Кубата, Юниол) и зарубежные (Elianny, Flamenco, Chamora Turusi, Jubilee Driscoll, San Andreas, Asia, Kimberly, Korona, Red Gauntlet, Vima Zanta) сорта, имеющиеся в генколлекции лаборатории частной генетики и селекции. Определенный интерес представляет исследование химического состава новых зарубежных сортов (Flamenco, Chamora Turusi, Jubilee Driscoll, San Andreas, Asia) в сравнении с сортами селекции ФНЦ им. И.В. Мичурина.

Изучение химического состава плодов проводили в 2020…2023 гг. на приборно-аналитической базе лаборатории биохимии и пищевых технологий ФНЦ им. И.В. Мичурина. Содержание аскорбиновой кислоты определяли йодометрическим методом (Голубкина и др., 2018). Для титрования использовали автоматический титратор G20S серии Titration Compact, Mettler Toledo, Швейцария. Суммарное содержание антоцианов определяли методом pH-дифференциальной спектрофотометрии (Р 4.1.1672-03 – Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище). Измерение показателей оптической плотности раствора проводилось на спектрофотометре Genesys 10uv-vis, Thermo (США) при длинах волн 510 и 700 нм. Изучение накопления минеральных элементов (катионы K^+, Na^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}) проводили методом капиллярного электрофореза (система капиллярного электрофореза «КАПЕЛЬ-105М», Lumex, СПб., Россия) согласно руководству М 04-52-2008 – Безалкогольная, соковая, винодельческая, ликероводочная и пивоваренная продукция. Методика измерений массовой концентрации катионов калия, натрия, магния и кальция методом капиллярного электрофореза с использованием систем капиллярного электрофореза «Капель». Все исследования проводили в трехкратной повторности. Отбор проб осуществлялся в период массового созревания плодов (второй и третий сборы) в количестве не менее 1 кг (Седова и др., 1999). Определение аскорбиновой кислоты и антоцианов проводилось в свежих плодах сразу же после сбора, минеральных веществ – в замороженных (хранение осуществлялось в морозильной камере в пластиковых контейнерах в течение 6 месяцев при температуре минус 18°С).

Статистический анализ выполнен с использованием MS Office Excel 2010.

Результаты и их обсуждение

Среднее в исследуемой группе сортов содержание аскорбиновой кислоты составило 56,3±1,5 мг/100 г (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание аскорбиновой кислоты и антоцианов в плодах земляники в связи с нормами потребления

Нутриенты	Среднее (M±m) / пределы варьирования по сортам (min…max)	Суточная потребность, мг (Тутельян и др., 2021)	% от суточной потребности (порция 100 г)
Аскорбиновая кислота	56,3±1,5 38,4…65,2	100,0	56,3 38,4…65,2
Антоцианы	40,0±4,1 12,3…86,0	50,0	80,0 24,6…172,0

Минимальное за период исследований содержание аскорбиновой кислоты отмечено у сорта Юниол (30,1 мг/100 г), максимальное – у сорта Урожайная ЦГЛ (74,0 мг/100 г) (таблица 2). Сорт Юниол характеризовался наименьшим накоплением данного витамина в плодах (среднее – 38,4 мг/100 г, максимальное – 42,7 мг/100 г). Мажоровым Е.В., Корнейчуком В.А. (1992) была предложена градация по содержанию аскорбиновой кислоты в плодах земляники, согласно которой низкий уровень содержания составляет менее 50 мг/100 г; средний – 50-90 мг/100 г; высокий – более 90 мг/100 г. Проведенный анализ генетической коллекции показал, что 4 из 19 изученных сортов (Крымчанка 87, Фейерверк, Юниол, Elianny) могут быть отнесены к группе с низким содержанием витамина С. Остальные сорта включены в группу со средним содержанием аскорбиновой кислоты. Соотношение сортов с низким и средним содержанием витамина С составило соответственно 21,1% и 78,9%. Выделены сорта селекции ФНЦ им. И.В. Мичурина (Привлекательная, Урожайная ЦГЛ) и

зарубежные (Asia, Chamora Turusi, Jubilee Driscoll, Korona) накапливающие выше 60,0 мг/100 г аскорбиновой кислоты.

Рекомендуемая европейская дневная норма потребления (RDA) для аскорбиновой кислоты составляет 80 мг (Commission directive 2008/100/EC). Согласно российским рекомендациям (Тутельян и др., 2021) физиологическая потребность в аскорбиновой кислоте С для взрослого населения составляет 100 мг/сутки, для детей – от 30 до 90 мг/сутки. Исходя из полученных средних значений (56,3 мг/100 г), потребление порции плодов изучаемой земляники (100 г) покрывает суточную потребность в данном биологически активном соединении на 56,3% (в зависимости от сорта – на 38,4…65,2%), что согласуется с результатами представленными в «Нутрициология и клиническая диетология: национальное руководство», где отмечается уровень обеспечения суточной потребности в аскорбиновой кислоте за счет 100 г плодов земляники на уровне 45…70% (Абалина и др., 2022).

Таблица 2 – Содержание аскорбиновой кислоты в плодах исследованных сортов земляники, 2020…2023 гг.

Сорт	Аскорбиновая кислота, мг/100 г				Коэффициент вариации, V, %
	Среднее, M	Стандартная ошибка, m	Минимум-максимум	Интервал, (Δ)	
Былинная	56,6	8,1	40,5…73,3	32,8	28,8
Крымчанка 87	48,9	3,8	42,1…55,4	13,3	13,6
Кубата	58,1	2,2	54,2…61,2	7,0	6,4
Привлекательная	65,2	1,9	61,9…70,8	8,9	5,9
Урожайная ЦГЛ	63,9	5,1	54,4…74,0	19,6	16,0
Фейерверк	48,3	5,7	41,1…59,6	18,5	20,5
Флора	56,6	2,4	49,6…60,3	10,7	8,5
Юниол	38,4	2,9	30,1…42,7	12,6	15,3
Яркая	55,4	5,3	47,1…65,4	18,3	16,7
Asia	60,8	5,7	49,6…68,1	18,5	16,2
Chamora Turusi	61,9	2,4	58,7…66,7	8,0	6,9
Elianny	47,3	5,5	33,2…59,4	26,2	23,1
Flamenco	58,7	1,2	56,9…61,1	4,2	3,7
Jubilee Driscoll	62,6	4,5	55,7…71,2	15,5	12,6
Kimberly	58,9	3,6	49,5…66,7	17,2	12,1
Korona	62,1	3,1	54,8…68,1	13,3	10,1
Red Gauntlet	51,5	8,5	36,0…71,8	35,8	32,9
San Andreas	57,4	4,4	48,8…63,7	14,9	13,4
Vima Zanta	56,6	6,9	48,9…70,4	21,5	21,1

Как правило, прохладная погода с умеренным количеством осадков во время роста и созревания плодов способствует повышению содержания в них аскорбиновой кислоты. Критически высокие (или низкие) температуры воздуха, обильные осадки (или их отсутствие) в этот период оказывают противоположное влияние. В 2020 г. суммарное количество выпавших осадков за вегетационный период (май – июль) было ниже среднего многолетнего значения и составило 129,6 мм, сумма температур достигала 1429,8°С, ГТК – 0,9. В условиях жаркой и засушливой погоды в период созревания плодов (2020 г.) накопление аскорбиновой кислоты значительно снижалось (среднее по сортам – 51,0 мг/100 г). Сложившиеся погодные условия периода вегетации земляники в 2023 году (сумма температур (май – июль) – 1578,8°С, что несколько ниже средней многолетней нормы; количество осадков – 76,4 мм, что несколько выше среднемноголетнего уровня)) способствовали более

высокому накоплению в плодах аскорбиновой кислоты – 60,3 мг/100 г в среднем по сортам (рисунок 1). Наиболее стабильным данный показатель был у сортов Привлекательная (коэффициент вариации – 5,9%) и Chamora Turusi (коэффициент вариации – 6,9%).

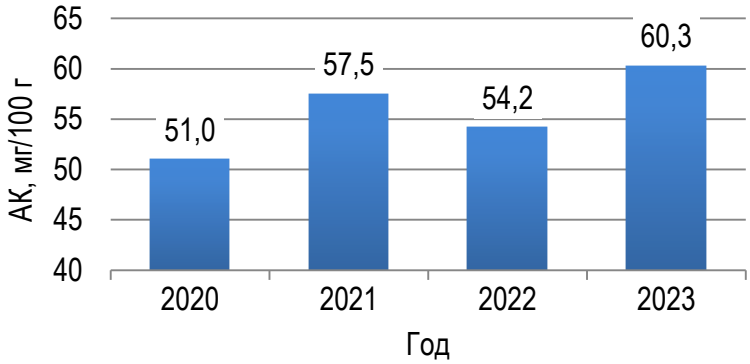

Рисунок 1 – Изменчивость накопления аскорбиновой кислоты в плодах земляники в различные годы исследований

Интервалы изменчивости по содержанию антоцианов в плодах земляники в исследованной группе сортов составили от 12,3 (Былинная) до 86,0 мг/100 г (Фейерверк) (таблица 3).

Таблица 3 – Содержание антоцианов в плодах исследованных сортов земляники, 2020…2023 гг.

Сорт	Антоцианы, мг/100 г				Коэффициент вариации, V, %
	Среднее, M	Стандартная ошибка, m	Минимум-максимум	Интервал, (Δ)	
Былинная	12,3	1,7	7,9...16,3	8,4	28,3
Крымчанка 87	48,8	12,7	31,3...73,6	42,3	45,2
Кубата	37,0	6,6	30,2...50,1	19,9	30,8
Привлекательная	73,9	6,9	59,1...92,1	33,0	18,7
Урожайная ЦГЛ	26,6	1,5	22,1...28,8	6,7	11,4
Фейерверк	86,0	11,7	62,9...100,9	38,0	23,6
Флора	65,9	7,5	53,1...84,7	31,6	22,7
Юниол	38,0	4,9	30,7...52,2	21,5	25,6
Яркая	30,7	2,2	27,0...34,6	7,6	12,4
Asia	34,3	3,0	30,2...40,1	9,9	15,0
Chamora Turusi	31,0	1,1	29,6...33,2	3,6	6,3
Elianny	30,5	3,8	19,2...34,9	15,7	24,7
Flamenco	23,3	7,3	15,2...37,9	22,7	54,4
Jubilee Driscoll	42,4	4,0	37,6...50,4	12,8	16,5
Kimberly	35,4	4,6	24,6...43,9	19,3	25,8
Korona	34,6	4,7	25,4...47,5	22,1	26,9
Red Gauntlet	26,3	3,4	20,7...35,8	15,1	26,2
San Andreas	35,2	3,1	31,1...41,2	10,1	15,1
Vima Zanta	48,4	10,7	27,9...63,9	36,0	38,2

Потенциал накопления антоцианов свыше 100 мг/100 г в отдельные годы изучения показал сорт Фейерверк. Исследованные зарубежные сорта характеризуются довольно низким накоплением антоцианов (менее 50 мг/100 г). Адекватный уровень потребления

антоцианов в сутки согласно действующим в Российской Федерации Методическим рекомендациям (Тутельян и др., 2021), установлен в количестве 50 мг. Использование в питании всего 100 г плодов, наиболее богатых антоцианами сортов: Привлекательная (73,9 мг/100 г), Фейерверк (86,0 мг/100 г), Флора (65,9 мг/100 г) позволяет удовлетворить суточную потребность в них (50 мг) на 147,8; 172,0 и 131,8% соответственно. Накопление антоцианов в плодах земляники зависит преимущественно от генетических факторов и, в меньшей степени, от погодных условий. Сорт Chamora Turusi, характеризуясь стабильностью накопления антоцианов (коэффициент вариации составил 6,3%), показал их содержание в среднем 31,0 мг/100 г.

Исследование минеральных элементов проводили в замороженных плодах после дефростации. Содержание катионов K^+ варьировало в пределах 91,2…151,9 мг/100 г, Na^+ – 1,12…2,58 мг/100 г, Mg^{2+} – 8,7…14,5 мг/100 г, Ca^{2+} – 18,4…43,0 мг/100 г (таблица 4). В качестве лучших по содержанию минеральных элементов (K, Na, Mg, Ca) выделены сорта Былинная, Привлекательная, Фейерверк, Флора, накапливающие их выше рассчитанного среднего значения. Низким содержанием указанных минеральных веществ характеризуются сорта San Andreas, Юниол, Яркая.

Таблица 4 – Содержание катионов в плодах земляники после дефростации, 2020…2022 гг.

Сорт	Массовые концентрации катионов, мг/100 г			
	K^+	Na^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}
Былинная	123,8	2,4	13,3	35,2
Кубата	122,2	1,2	12,5	30,0
Привлекательная	129,8	2,1	11,6	32,3
Урожайная ЦГЛ	111,5	1,5	11,4	23,6
Фейерверк	151,9	2,3	14,0	33,2
Флора	136,9	2,1	13,9	32,5
Юниол	105,5	1,5	10,3	22,4
Яркая	106,5	1,4	10,8	22,6
Chamora Turusi	121,7	2,6	12,5	29,4
Elianny	91,6	2,2	14,5	43,0
Flamenco	116,5	2,0	8,7	18,4
Kimberly	101,4	1,9	12,2	34,8
Korona	95,1	1,3	11,2	32,1
Red Gauntlet	118,8	1,1	14,3	36,2
San Andreas	91,2	1,4	10,4	27,0
Среднее, M	115,0	1,8	12,1	30,2
Стандартная ошибка, m	4,4	0,1	0,4	1,7
Минимум-максимум	91,2…151,9	1,1…2,6	8,7…14,5	18,4…43,0

Физиологическая потребность для взрослых в данных минеральных элементах составляет: калий – 3500 мг/сутки, натрий – 1300 мг/сутки, кальций – 1000 мг/сутки (Тутельян и др., 2021). Исходя из вышеуказанных нормативов и полученных средних значений (таблица 2), порция 250 г плодов замороженной земляники способна удовлетворить суточную потребность в калии на 8,3%, натрии – на 0,35%, магнии – на 7,3%, кальции – на 7,5%.

Выводы

Проведено исследование коллекции сортов земляники отечественной и зарубежной селекции в условиях Центрального Черноземья по содержанию аскорбиновой кислоты, антоцианов, минеральных веществ.

В качестве лучших по содержанию аскорбиновой кислоты (выше 60 мг/100 г) выделены сорта Привлекательная, Урожайная ЦГЛ, Asia, Chamora Turusi, Jubilee Driscoll, Korona.

Наиболее богатыми антоцианами сортами являются: Привлекательная (73,9 мг/100 г), Фейерверк (86,0 мг/100 г), Флора (65,9 мг/100 г).

В качестве лучших по накоплению минеральных элементов (K, Na, Mg, Ca) выделены сорта Былинная, Привлекательная, Фейерверк, Флора.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Голубкина Н.А., Кекина Е.Г., Молчанова А.В., Антошкина М.С., Надежкин С.М., Солдатенко А.В. Антиоксиданты растений и методы их определения. М.: ФНЦО, 2018. 66. https://www.elibrary.ru/vlnauj
2. Жбанова Е.В., Лукъянчук 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. https://doi.org/10.30901/2227-8834-2022-2-32-42
3. Мажоров Е.В., Корнейчук В.А. Классификатор (Кодификатор, Descriptor list) Рода *Fragaria* L. – Земляника. СПб : ВИР, 1992. 26.
4. Лукъянчук И.В., Жбанова Е.В. Биологически активный комплекс плодов земляники // Плодоводство. 2017. 29. 150-159. https://www.elibrary.ru/yrsroh
5. Тутельян В.А., Никитюк Д.Б., Аксенов И.В., Батурин А.К., Бессонов В.В., Воробьева В.М., Воробьева И.С., Вржесинская О.А., Выборная К.В., Гмошинский И.В., Гмошинская М.В., Жилинска Н.В., Камбаров А.О., Кешабянц Э.Э., Кобелькова И.В., Коденцова В.М., Кошечкина А.С., Кочеткова А.А., Кравченко Л.В., Кудрявцева К.В., Лашнева Н.В., Мазо В.К., Макаренко М.А., Мартинчик А.Н., Павловская Е.В., Перова И.Б., Погожева А.В., Пырьева Е.А., Рылина Е.В., Сидорова Ю.С., Сафронова А.И., Сафронова А.М., Смирнова Е.А., Соколов А.И., Стародубова А.В., Тармаева И.Ю., Хотимченко С.А., Шарафетдинов Х.Х., Шилина Н.М., Эллер К.И., Попова А.Ю., Брагина И.В., Смоленский В.Ю., Мишина А.Л., Шевкун И.Г., Яновская Г.В., Салагай О.О., Скворцова В.И., Онищенко Г.Г., Суханов Б.П., Елизарова Е.В., Новикова И.И., Романенко С.П., Шевелёва С.А., Ефимочкина Н.Р., Дятлов И.А., Кафарская Л.И., Припутневич Т.В. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21. М.: Роспотребнадзор, 2021. 72. https://www.elibrary.ru/mayteb
6. Абалина А.Л., Акользина С.Е., Аксенов И.В., Аксюк И.Н., Антипова Т.А., Багрянцева О.В., Батурин А.К., Бессонов В.В., Воробьева В.М., Воробьева И.С., Вржесинская О.А., Выборная К.В., Гаппаров М.М.Г., Гаппарова К.М., Гмошинская М.В., Гмошинский И.В., Дербенева С.А., Добровольский В.Ф., Елизарова Е.В., Ефимочкина Н.Р., Жилинская Н.В., Зайнудинов З.М., Зорин С.Н., Исаков В.А., Камбаров А.О., Коденцова В.М., Конь И.Я., Кочеткова А.А., Кошечкина А.С., Кравченко Л.В., Лашнева Н.В., Мазо В.К., Максимов В.А., Мартинчик А.Н., Морозов С.В., Нечаев А.П., Никитюк Д.Б., Павлова Л.П., Павлючкова М.С., Перова И.Б., Пилипенко В.И., Плотникова О.А., Погожева А.В., Попова Т.С., Пырьева Е.А., Ревякина В.А., Рылина Е.В., Саркисян В.А., Сафронова А.И., Седова И.Б., Серба Е.М., Симоненко Е.С., Симоненко С.В., Соколов А.И., Сорокина Е.Ю., Стародубова А.В., Строкова Т.В., Суханов Б.П., Тимонин А.Н., Трусов Н.В., Тутельян В.А., Тышко Н.В., Фелик С.В., Ханферьян Р.А., Хотимченко С.А., Черникова Е.А., Чехонина Ю.Г., Шарафетдинов Х.Х., Шатров Г.Н., Шевелева С.А., Шестопалов А.Е., Шилина Н.М., Эллер

К.И. Нутрициология и клиническая диетология : национальное руководство / под ред. В.А. Тутельяна, Д.Б. Никитюка. 2-е изд. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2022. 1008. https://www.elibrary.ru/rlliop
7. Седова З.А., Леонченко В.Г., Астахов А.И. Оценка сортов по химическому составу плодов // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова и Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. 160-167. https://www.elibrary.ru/yhaplr
8. Тутельян В.А.. Химический состав и калорийность российских продуктов питания: справочник. М.: ДеЛи плюс. 2012. 284. https://www.elibrary.ru/qmcskv
9. Яшин А.Я., Веденин А.Н., Яшин Я.И., Немзер Б.В. Ягоды: химический состав, антиоксидантная активность. Влияние потребления ягод на здоровье человека // Аналитика. 2019. 9, 3. 222-230. https://www.elibrary.ru/pmakyj
10. Яшин А.Я., Яшин Я.И., Черноусова Н.И. Определение природных антиоксидантов амперометрическим методом // Пищевая промышленность. 2006. 2. 10-12.
11. Basu A., Nguyen A., Betts N.M., Lyons T.J. Strawberry as a Functional Food: An Evidence-Based Review // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2014. 54, 6. 790-806. http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2011.608174
12. Chaves V.C., Calvete E., Reginatto F.H. Quality properties and antioxidant activity of seven strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch) cultivars // Scientia Horticulturae. 2017. 225. 293-298. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.07.013
13. Commission Directive 2008/100/EC of 28 October 2008 amending Council Directive 90/496/EEC on nutrition labelling for foodstuffs as regards recommended daily allowance, energy conversion factors and definitions // An official website of the European Union. https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2008/100/oj.
14. Cosme F., Pinto T., Aires A., Morais M.C., Bacelar E., Anjos R., Ferreira-Cardoso J., Oliveira I., Vilela A., Gonçalves B. Red Fruits Composition and Their Health Benefits – A Review. // Foods. 2022.11, 5. 644. https://doi.org/10.3390/foods11050644
15. Crespo P., Gine Bordonaba J., Terry L.A., Carlen C. Characterisation of major taste and health-related compounds of four strawberry genotypes grown at different swiss production sites // Food Chemistry. 2010. 122, 1. 16-24. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.02.010
16. De Souzaa V.R., Pereira P.A., da Silva T.L., de Oliveira Lima L.C., Pio R., Queiroz F. Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits // Food Chemistry. 2014. 156. 362-368. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.01.125
17. Giampieri F., Forbes-Hernandez T.Y., Gasparrini M., Alvarez-Suarez J.M., Afrin S., Bompadre S., Battino M. Strawberry as a health promoter: an evidence based review // Food & Function. 2015. 5. 1386-1398. http://dx.doi.org/10.1039/C5FO00147A
18. Guevara-Teran M., Gonzalez-Parama A.M., Giampieri F., Tejera E. Influence of altitude on the physicochemical composition and antioxidant capacity of strawberry: A preliminary systematic review and meta-analysis // Phytochemistry Reviews. 2023. 22. 1567-1584. http://dx.doi.org/10.1007/s11101-022-09834-z
19. Lin Y., Wang C., Wang X., Yue M., Zhang Y., Chen Q., Li M., Luo Y., Zhang Y., Wang Y., Wang X., Tang H. Comparative transcriptome analysis reveals genes and pathways associated with anthocyanins in strawberry // Journal of Berry Research. 2021. 11, 2. 317-332. http://dx.doi.org/10.3233/JBR-200685
20. Mezzetti B. Breeding and biotechnology for improving the nutritional quality of strawberry // Journal of Berry Research. 2013. 3, 3. 127-133. http://dx.doi.org/10.3233/JBR-130053

References

1. Golubkina, N.A., Kekina, H.G., Molchanova, A.V., Antoshkona, M.S. & Nadezhkin, S.M. (2018). *Antioxidants of plants and methods of their determination*. FSVC. https://www.elibrary.ru/vlnauj. (In Russian).
2. Zhbanova, E.V., & Luk'yanchuk, I.V. (2022). Description of the genetic collection of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) cultivars according to the components of their fruit antioxidant complex. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*, 183(2), 32-42. https://doi.org/10.30901/2227-8834-2022-2-32-42. (In Russian, English abstract).
3. Mazhorov, E.V., & Korneychuk, V.A. (1992). *Classifier (Codifier, Descriptor list) of the genus Fragaria L. Strawberries*. VIR. (In Russian).
4. Lukyanchuk, I.V., & Zhbanova, Ye.V. (2017). BIologically active complex of strawberry fruit. *Fruit-growing*, 29, 150-159. https://www.elibrary.ru/yrsroh. (In Russian, English abstract).
5. Tutelyan, V.A., Nikityuk, D.B., Aksenov, I.V., Baturin, A.K., Bessonov, V.V., Vorobieva, V.M., Vorobieva, I.S., Vrzhesinskaya, O.A., Vybornaya, K.V., Gmoshinskiy, I.V., Gmoshinskaya, M.V., Zhilinska, N.V., Kambarov, A.O., Keshabyanc, E.E., Kobelkova, I.V., Kodencova, V.M., Koshechkina, A.S., Kochetkova, A.A., Kravchenko, L.V., Kudryavceva, K.V., Lashneva, N.V., Mazo, V.K., Makarenko, M.A., Martinchik, A.N., Pavlovskaya, E.V., Perova, I.B., Pogozheva, A.V., Pyrieva, E.A., Rylina, E.V., Sidorova, Yu.S., Safronova, A.I., Safronova, A.M., Smirnova, E.A., Sokolov, A.I., Starodubova, A.V., Tarmaeva, I.Yu., Hotimchenko, S.A., Sharafetdinov, H.H., Shilina, N.M., Eller, K.I., Popova, A.Yu., Bragina, I.V., Smolenskiy, V.Yu., Mishina, A.L., Shevkun, I.G., Yanovskaya, G.V., Salagay, O.O., Skvorcova, V.I., Onishchenko, G.G., Suhanov, B.P., Elizarova, E.V., Novikova, I.I., Romanenko, S.P., Shevelyova, S.A., Efimochkina, N.R., Dyatlov, I.A., Kafarskaya, L.I., & Priputnevich, T.V. (2021). *Norms of physiological needs for energy and nutrients for various groups of population of the Russian Federation: methodological recommendations MP 2.3.1.0253-21*. Rospotrebnadzor. https://www.elibrary.ru/mayteb. (In Russian).
6. Abalina, A.L., Akolzina, S.E., Aksenov, I.V., Aksyuk, I.N., Antipova, T.A., Bagryanceva, O.V., Baturin, A.K., Bessonov, V.V., Vorobieva, V.M., Vorobieva, I.S., Vrzhesinskaya, O.A., Vybornaya, K.V., Gapparov, M.M.G., Gapparova, K.M., Gmoshinskaya, M.V., Gmoshinskiy, I.V., Derbeneva, S.A., Dobrovolskiy, V.F., Elizarova, E.V., Efimochkina, N.R., Zhilinskaya, N.V., Zaynudinov, Z.M., Zorin, S.N., Isakov, V.A., Kambarov, A.O., Kodencova ,V.M., Kon, I.Ya., Kochetkova, A.A., Koshechkina, A.S., Kravchenko, L.V., Lashneva, N.V., Mazo, V.K., Maksimov, V.A., Martinchik, A.N., Morozov, S.V., Nechaev, A.P., Nikityuk, D.B., Pavlova, L.P., Pavlyuchkova, M.S., Perova, I.B., Pilipenko, V.I., Plotnikova, O.A., Pogozheva, A.V., Popova, T.S., Pyreva, E.A., Revyakina, V.A., Rylina, E.V., Sarkisyan, V.A., Safronova, A.I., Sedova, I.B., Serba, E.M., Simonenko, E.S., Simonenko, S.V., Sokolov, A.I., Sorokina, E.Yu., Starodubova, A.V., Strokova, T.V., Suhanov, B.P., Timonin, A.N., Trusov, N.V., Tutelyan, V.A., Tyshko, N.V., Felik, S.V., Hanferyan, R.A., Hotimchenko, S.A., Chernikova, E.A., Chekhonina, Yu.G., Sharafetdinov, H.H., Shatrov, G.N., Sheveleva, S.A., Shestopalov, A.E., Shilina, N.M., & Eller, K.I. (2022). *Nutritionology and clinical dietology: national manual.* GEOTAR-Media. https://www.elibrary.ru/rlliop. (In Russian).
7. Sedova, Z.A., Leonchenko, V.G., & Astakhov, A.I. (1999). Variety estimation for chemical composition of fruit. In E.N. Sedov & T.P. Ogoltsova (Eds.*), Program and methods of variety investigation of fruit, berry and nut crops* (pp. 160-167). VNIISPK. https://www.elibrary.ru/yhaplr. (In Russian).
8. Tutelyan, V.A. (2012). *Chemical composition and energy value of russian food: guidebook*. DeLi plus. https://www.elibrary.ru/qmcskv. (In Russian).
9. Yashin, A.Ya., Vedenin, A.N., Yashin, Ya.I., & Nemzer B.V. (2019). Berries: chemical composition, antioxidant activity. The effect of berry consumption on human health. *Analytics*, 9(3), 222-230. https://www.elibrary.ru/pmakyj. (In Russian, English abstract).

10. Yashin, A.Ya., Yashin, Ya.I., & Chernousova, N.I. (2006). Determination of natural antioxidants by amperometric method. *Food industry*, 2, 10-12. (In Russian).
11. Basu, A., Nguyen, A., Betts, N.M., & Lyons, T.J. (2014). Strawberry as a Functional Food: An Evidence-Based Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(6), 790-806. https://doi.org/10.1080/10408398.2011.608174
12. Chaves, V.C., Calvete, E., & Reginatto, F.H. (2017). Quality properties and antioxidant activity of seven strawberry *(Fragaria × ananassa* Duch.) cultivars. *Scientia Horticulturae*, 225, 293-298. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.07.013
13. Commission Directive 2008/100/EC of 28 October 2008 amending Council Directive 90/496/EEC on nutrition labeling for foodstuffs as regards recommended daily allowance, energy conversion factors and definitions. *An official website of the European Union*. https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2008/100/oj
14. Cosme, F., Pinto, T., Aires, A., Morais, M.C., Bacelar, E., Anjos, R., Ferreira-Cardoso, J., Oliveira, I., Vilela, A., & Gonçalves, B. (2022). Red Fruits Composition and Their Health Benefits – A Review. *Foods*, 11, 644. https://doi.org/10.3390/foods11050644
15. Crespo, P., Gine Bordonaba, J., Terry, L.A., & Carlen, C. (2010). Characterization of major taste and health-related compounds of four strawberry genotypes grown at different swiss production sites. *Food Chemistry*, 122(1),16-24. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.02.010
16. De Souzaa, V.R., Pereira, P.A., da Silva, T.L., de Oliveira Lima, L.C., Pio, R., & Queiroz, F. (2014). Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits. *Food Chemistry*, 156, 362-368. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.01.125
17. Giampieri, F., Forbes-Hernandez, T.Y., Gasparrini, M., Alvarez-Suarez, J.M., Afrin, S., Bompadre, S., & Battino, M. (2015). Strawberry as a health promoter: an evidence based review. *Food & Function*, 5, 1386-1398. https://doi.org/DOI:10.1039/C5FO00147A
18. Guevara-Teran, M., Gonzalez-Parama, A.M., Giampieri, F., & Tejera, E. (2023). Influence of altitude on the physicochemical composition and antioxidant capacity of strawberry: A preliminary systematic review and meta-analysis. *Phytochemistry Reviews*, 22, 1567-1584. https://doi.org/10.1007/s11101-022-09834-z
19. Lin, Y., Wang, C., Wang, X., Yue, M., Zhang, Yu., Chen, Q., Li, M., Luo, Y., Zhang, Y., Wang, Y., Wang, X., & Tang, H. (2021). Comparative transcriptome analysis reveals genes and pathways associated with anthocyanins in strawberry. *Journal of Berry Research*, 11(2), 317-332. https://doi.org/10.3233/JBR-200685
20. Mezzetti, B. (2013). Breeding and biotechnology for improving the nutritional quality of strawberry. *Journal of Berry Research*, 3(3),127-133. https://doi.org/10.3233/JBR-130053

Авторы:

Екатерина Викторовна Жбанова, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биохимии и пищевых технологий ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина», shbanovak@yandex.ru

ORCID 0000-0001-5045-384X

SPIN 6980-8853

Ирина Васильевна Лукъянчук, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории частной генетики и селекции ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина», irina.lk2011@yandex.ru

ORCID 0000-0003-1626-840X

SPIN: 6726-8064

Authors details:

Yekaterina V. Zhbanova, Doctor in Agricultural Sciences, Leading Researcher in Laboratory of Biochemistry and Food Technologies of I.V. Michurin Federal Scientific Center, shbanovak@yandex.ru

ORCID 0000-0001-5045-384X

SPIN 6980-8853

Irina V. Luk'yanchuk, Candidate in Agricultural Sciences, Leading Researcher in Laboratory of Private Genetics and Selection of I.V. Michurin Federal Scientific Center, irina.lk2011@yandex.ru

ORCID 0000-0003-1626-840X

SPIN 6726-8064

Отказ от ответственности: заявления, мнения и данные, содержащиеся в публикации, принадлежат исключительно авторам и соавторам. ВНИИСПК и редакция журнала снимают с себя ответственность за любой ущерб людям и/или имуществу в результате использования любых идей, методов, инструкций или продуктов, упомянутых в статье.