

DOI: 10.31676/0235-2591-2025-1-21-27

Содержание минеральных элементов в плодах сортов и отборных форм земляники селекции ФГБНУ ФНЦ Садоводства

Н. В. Андропова

Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства, Москва, Россия

ORCID: Андропова Н. В. – 0000-0002-7766-5524

Резюме. В настоящее время потребителей земляники интересуют не только вкусовые качества плодов, но и содержание в них полезных соединений. Поэтому важно не только создавать сорта, адаптированные к условиям выращивания, но и делать акцент на увеличение биохимических показателей в плодах. Цель исследования – выявление сортовых различий по содержанию зольных элементов в плодах земляники и выделение наиболее ценных образцов для дальнейшей селекции. Объектами изучения служили плоды 14 сортов, 3 отборных форм земляники садовой и 1 сорта земклуники, созданные в ФГБНУ ФНЦ Садоводства. На аналитическом растровом электронном микроскопе JEOL JSM 6090 LA методом энергодисперсионной спектроскопии (EDS) установлен убывающий ряд накопления 12 элементов: $K > P > Mg > Ca > Mn > S > Cu > Ni > Zn > Mo > Fe > Co$. Наибольшую долю зольного остатка в ягодах земляники составляет калий (K). В зависимости от генотипа содержание этого элемента варьировало в пределах от 5,96 до 25,57 масс %. Высокое содержание K отмечено в сортах 'Берегиня' (21,29 масс %) и 'Барыня' (25,57 масс %). По накоплению фосфора выделились сорта 'Кокинская Заря', 'Альфа', 'Витязь', 'Барыня', 'Берегиня' (4,17-5,64 масс %), что значительно превышает среднее значение показателя (3,17 масс %). Содержание Mg в ягодах колебалось в незначительных пределах: от 1,95 ('Барыня') до 3,07 масс % ('Студенческая'). По накоплению кальция выделился сорт 'Барыня' (2,82 масс %). По результатам корреляционного анализа выявлены связи между зольными элементами. Высокая положительная корреляция установлена между содержанием в плодах S-Mg ($r=0,71$), Mo-K ($r=0,84$). Зависимость между молибденом и калием показывает, что накопление молибдена на 71 % зависит от накопления калия. Сорта 'Барыня' и 'Берегиня' могут являться источниками повышенного содержания калия, фосфора, кальция; сорт 'Студенческая' – магния, железа, цинка; 'Царица' – железа, никеля; 'Росинка' – серы; сорт 'Любава' – меди.

Ключевые слова: земляника садовая, сорта, гибриды, зольный состав, энергодисперсионная спектроскопия.

Благодарности: Исследования выполнены в соответствии с государственным заданием ФГБНУ ФНЦ Садоводства по теме «Изучение закономерностей и механизмов взаимосвязи адаптивного потенциала и физиолого-биохимических показателей садовых культур для выделения устойчивых генотипов по сопряженным свойствам на ранних этапах онтогенеза» (FGUW-2025-0003).

Content of mineral elements in strawberry varieties and strawberry forms selected at the Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery

N. V. Andronova

Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, Moscow, Russia

ORCID: Andronova N. V. – 0000-0002-7766-5524

Abstract. Modern consumers are interested not only in the taste qualities, but also in the content of beneficial compounds in strawberry fruits. Therefore, focus should be placed on the creation of varieties not only adapted to growing conditions, but also characterized by improved biochemical indicators. This study was aimed at identifying varietal differences in the content of mineral nutrients in strawberry fruits with the purpose of selecting the most valuable specimens for further breeding. The research objects were fruits of 14 varieties and 3 selected forms of garden strawberry, as well as 1 hybrid – wild and garden – variety ("Zemklunika") bred at the Federal Horticultural Center for Breeding,

Адрес для переписки:

Андропова Наталья Васильевна
Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства, ул. Загорьевская, д.4, Москва, 115598, Россия
andronova32@yandex.ru

Address for correspondence:

Natalya V. Andronova
Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, 4, Zagoryevskaya str., Moscow, 115598, Russia
andronova32@yandex.ru

Образец цитирования:

Андропова Н. В. Содержание минеральных элементов в плодах сортов и отборных форм земляники селекции ФГБНУ ФНЦ Садоводства. Садоводство и виноградарство. 2025;1:21-27
doi: 10.31676/0235-2591-2025-1-21-27
© Андропова Н. В., 2025.

For citation:

Andronova N. V. Content of mineral elements in strawberry varieties and strawberry forms selected at the Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery. Sadovodstvo i vinogradarstvo. 2025;1:21-27
doi: 10.31676/0235-2591-2025-1-21-27

Agrotechnology and Nursery. The method of energy dispersive spectrometry (EDS) on a JEOL JSM 6090 LA scanning electron microscope was used to establish the decreasing series of accumulation of 12 elements: $K > P > Mg > Ca > Mn > S > Cu > Ni > Zn > Mo > Fe > Co$. Potassium (K) comprised the largest share of ash residue in strawberry berries. Depending on the genotype, the content of this element varied from 5.96 to 25.57 wt %. High K contents were observed in *Bereginya* (21.29 wt %) and *Barynya* (25.57 wt %) varieties. In terms of phosphorus (P) accumulation, *Kokinskaya Zarya*, *Al'fa*, *Vityaz*, *Barynya*, *Bereginya* (4.17–5.64 wt %) showed the highest indicators, which significantly exceeded the average value of 3.17 wt %. The content of Mg in berries varied insignificantly, from 1.95 (*Barynya*) to 3.07 wt % (*Studencheskaya*). The *Barynya* variety demonstrated the highest Ca content (2.82 wt %). A correlation analysis was carried out to reveal relationships between ash elements. Thus, a high positive correlation was established between S and Mg ($r=0.71$), and Mo and K ($r=0.84$) contents. The relationship between Mo and K shows that Mo accumulation depends on K accumulation by 71% ($R^2=0.7097$). The *Barynya* and *Bereginya* varieties may serve as sources of increased content of K, P, and Ca; *Studencheskaya* variety – Mg, Fe, and Zn; *Carica* – Fe and Ni; *Rosinka* – S; *Lyubava* – Co.

Keywords: garden strawberry, varieties, hybrids, ash composition, energy dispersive spectrometry.

Acknowledgements: The research was carried out within the state order of FSBSO ARHCBAN for the topic "Study of regularities and mechanisms of connections between adaptive capacity and biophysiochemical parameters of horticultural crops for identification of stable genotypes by interdependent properties at early stages of ontogenesis" (FGUW-2025-0003).

Введение

Здоровье человека во многом определяется качеством потребления продуктов питания, где витаминам и минеральным веществам отводится основная роль. Недостаток микроэлементов может сказываться на качестве жизни и здоровье человека. По данным НИИ питания, нехватка микронутриентов наблюдается у более 70 % населения России [1].

Одной из главных причин этого дефицита служит недостаточное потребление плодов и ягод. Цена и сезонность мешают их сбалансированному поступлению. При длительных периодах недостаточного количества микронутриентов в питании человека часто наблюдается развитие сердечно-сосудистых заболеваний, ожирения, сахарного диабета, иммунодефицитного состояния, некоторых онкологических и других болезней [2].

Включение в рацион человека свежих ягод земляники, малины, смородины черной, крыжовника, жимолости и др. ведет к профилактике витаминной недостаточности [3–5]. Регулярное их употребление является важнейшим источником многих витаминов, клетчатки, пектиновых веществ, природных антиоксидантов и других биологически активных соединений [6–9]. Кроме того, они содержат микро- и макронутриенты в легкоусвояемых формах, которые благоприятно оказывают влияние на здоровье человека укрепляя иммунитет, положительно влияют на состав плазмы крови и повышают сопротивляемость эритроцитов к окислению, обеспечивают оптимальную работу нервной системы. Ягоды аккумулируют из окружающей среды много железа, кальция, фосфора, натрия и сохраняют лидерство среди всех других плодовых растений. Фитонутриенты в свежих плодах и ягодах обладают антиоксидантными, противовоспалительными, противоопухолевыми, антимикробными, антиаллергическими, антигипертензивными и другими лечебно-профилактическими свойствами [10, 11].

Земляника садовая – одна из основных популярных ягодных культур в мире. Восхитительный вкус, привлекательный цвет, характерный аромат, а также широкий спектр биологически активных соединений,

жизненно необходимых для организма человека, позволили этой культуре завоевать широкое потребительское признание [12–14]. Биохимический профиль ее плодов состоит из фенольных соединений, сахаров, органических кислот, каротиноидов, клетчатки, витаминов (C, A, E, K, B₁, B₂, B₃, B₅, B₆, B₁₂) и минералов (Fe, P, K, Mg, Mn, Cu) [15, 16]. Так как ягоды земляники содержат много антиоксидантов, они помогают организму бороться со свободными радикалами и, следовательно, предотвращают возникновение различных видов рака [17, 18].

В настоящее время потребители интересуются не только вкусовыми качествами плодов земляники, но и обращают внимание на полезные в ее составе соединения. Поэтому важно не только создавать сорта земляники, адаптированные к условиям выращивания, но и делать акцент на увеличение биохимических показателей в плодах [19, 20].

Целью исследований было выявление сортовых различий по содержанию зольных элементов в плодах земляники и выделение наиболее ценных образцов для дальнейшей селекции.

Материалы и методы исследований

Растения земляники возделывали на участке генетической коллекции Кокинского опорного пункта ФГБНУ ФНЦ Садоводства. Агротехнические приемы – общепринятые для средней полосы России. Предшественником являлся занятый пар. Срок посадки весенний, схема посадки 1,2х0,2 м. Подкормку азотными удобрениями проводили в ранневесенний период. Коллекционный участок представлен серыми лесными почвами, суглинистыми по механическому составу. Мощность пахотного горизонта 25 см. Содержание P₂O₅ – 33,8 мг/100 г почвы, K₂O – 14 мг/100 г, pH – 6,1, гумуса – 4,1 %. Биохимические исследования проводились в 2021–2022 гг. в аналитической лаборатории биохимии и физиологии сельскохозяйственных растений ФГБНУ ФНЦ Садоводства. В качестве

объектов исследования использованы плоды 14 сортов, 3 отборных форм земляники садовой и

1 сорта земклуники 'Купчиха', созданные в ФГБНУ ФНЦ Садоводства (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика объектов исследования

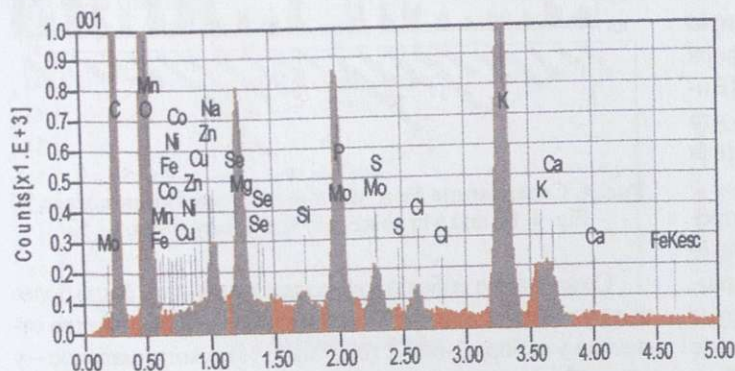
Table 1. Characterization of research objects

Сорт, отбор	Срок созревания	Происхождение
'Альфа'	поздний	'Сюрприз Олимпиаде'× 'Фестивальная Ромашка'
'Барыня'	средний	2-506-1×'Царица'
'Берегиня'	поздний	'Соловушка'×'Induka'
'Восторг'	средний	'Берегиня'×'Darselect'
'Витязь'	средний	'Сюрприз Олимпиаде'× 'Фестивальная Ромашка'
'Кокинская Заря'	ранний	'Славутич'×157-7
'Купчиха'	средний	263-88 (сеянец Рапорта×'Фестивальная Ромашка') свободное опыление
'Любава'	ранний	'Соловушка'×'Женева'
'Наше Подмосковье'	средний	'Marmolada' свободное опыление
'Росинка'	ранний	('Кокинская Ранняя'×'Сюрприз Олимпиаде')×'Витязь'
'Русич'	поздний	'Фестивальная Ромашка'× 'Сюрприз Олимпиаде'
'Славутич'	средний	'Фестивальная Ромашка'× 'Сюрприз Олимпиаде'
'Соловушка'	средний	'Сюрприз Олимпиаде'× 'Фестивальная Ромашка'
'Студенческая'	средний	263-88 свободное опыление
'Царица'	средний	'Venta'×'Redgauntlet'
3-366-9	поздний	2-506-1×'Царица'
3-686-2	средний	3-5-1×'Любава'
3-454-4	поздний	'Альфа'×'Darselect'

Сушку репрезентативной пробы плодов массой 200 г проводили в сушильном шкафу при температуре 50-60 °С. В соответствии с ГОСТ 26929-94 (2002), после сушки образцы помещали для минерализации в муфельную печь Nabertherm (Германия) с температурой 450 °С. Диспергирование полученной золы ультразвуком частотой 18 кГц проводили в течение 15 минут. Однородный слой дисперганта распределяли на предметный столик, покрытый углеродным скотчем.

Для определения элементного состава золы 18 образцов использовали метод энергодисперсионной спектроскопии (EDS) на аналитическом распротом электронном микроскопе JEOL JSM 6090 LA

в соответствии с методикой [21]. При проведении элементного анализа рабочее расстояние составляло 10 мм, а ускоряющее напряжение – 20 кВ (изображение вторичных электронов). Результаты энергодисперсионного микроанализа были представлены в соответствии со стандартными протоколами и содержали изображения микроструктур исследуемого образца, таблицу весовых данных и спектральные линии диагностируемых элементов. Пример отчета анализа показан на рисунке 1, где обозначения: keV – энергия рентгеновского излучения K-уровня; mass % – весовая часть элемента; Error % – ошибка определения, регистрируемая прибором.



Element	(keV)	mass%	Error%
Mg K	1,253	3,42	0,31
Mn K	5,486	2,16	0,24
S K	1,739	0,48	0,25
P K	2,013	1,02	0,3
K K	3,312	23,89	0,11
Ca K	3,69	1,8	0,15
Ni K	4,508	0,64	0,22
Fe K	6,398	0,23	0,28

Рис. 1. Результаты представления ЭДС-анализа. Микрофотография – область сканирования, спектральные линии диагностируемых элементов и таблица результатов

Fig. 1. EDS analysis. Microphotograph – scan area, spectral lines of diagnosed elements, and Table of results

Концентрацию искомых элементов устанавливали по интенсивности спектральных линий. Для определения точности химического анализа применяли следующие критерии: при содержании элементов от 1 до 5 % точность составляла менее 10 %; при содержании элементов от 5 до 10 % – менее 5 %; при содержании элементов более 10 % – менее 2 %.

Результаты были выражены в виде средних значений ($n=6$) стандартного отклонения (SD). Использовали статистический анализ пакета Excel (Microsoft Excel, v. 2016).

Результаты и обсуждение

Минеральная часть плодов земляники представлена 12 основными элементами – Mg, P, S, K, Mn, Co, Fe, Ca, Zn, Ni, Cu и Mo. Наибольшую долю зольного остатка в ягодах составляет калий (K), который является одним из самых главных элементов в регуляции белкового и углеродного обмена. Он необходим для передачи нервных импульсов и активизации работы гормонов в организме человека [22]. В зависимости от генотипа содержание этого элемента варьировало в пределах от 5,96 до 25,57 масс %. Высоким его уровнем накопления выделяются сорта 'Берегиня' (21,29 масс %) и 'Барыня' (25,57 масс %). Наименьшее содержание калия отмечено у раннего сорта 'Коконская Заря' (5,96 масс %) (рис. 2).

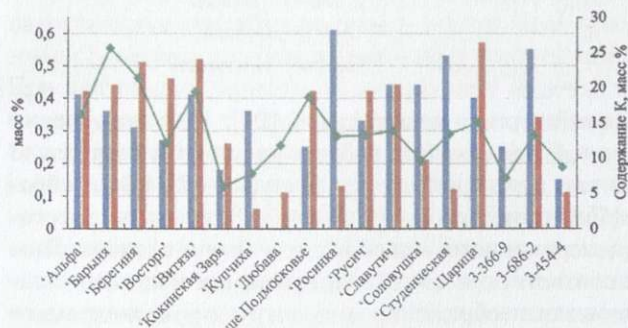


Рис. 2. Содержание K, Ni и S в плодах земляники
Fig. 2. K, Ni, and S content in strawberry fruits

Минимальное количество P накапливалось в плодах отборов 3-366-9 (1,76 масс %) и 3-454-4 (1,97 масс %) (рис. 3). Этот макроэлемент входит в состав зубов и скелета, принимает участие в обмене веществ, передаче нервных импульсов, обеспечивает оптимальную работу сердца и почек [1]. По содержанию фосфора выделились сорта 'Коконская Заря', 'Альфа', 'Витязь', 'Барыня', 'Берегиня' (4,17-5,64 масс %), что значительно превышает среднее значение показателя (3,17 масс %).

Содержание Mg колебалось в незначительных пределах от 1,95 ('Барыня') до 3,07 масс % ('Студенческая'). Магний поддерживает стабильность сердечного ритма, обеспечивает крепость костей, стимулирует нормальное кровяное давление, участвует в синтезе белков для использования их организмом. Он необходим для метаболизма кальция и витамина C, а также фосфора, натрия и калия [22].



Рис. 3. Содержание Mg, P, Ca, Mo в плодах земляники, масс %
Fig. 3. Mg, P, Ca, and Mo content in strawberry fruits, wt %

По накоплению кальция выделился сорт 'Барыня' (2,82 масс %). Наименьшее количество (около 1 масс %) этого макроэлемента обнаружено в плодах сортов 'Купчиха' и 'Любава'. Кальций регулирует проницаемость клеточных мембран, а также инициирует ответы клеток на различные внешние воздействия. Важным структурным макроэлементом является сера, ее содержание в плодах земляники составляет от 0,15 (отбор 3-454-4) до 0,61 масс % ('Росинка').

В плодах земляники обнаружено 7 микроэлементов: марганец, железо, кобальт, никель, медь, цинк, молибден. Наибольшее количество Mn накапливалось в плодах сорта 'Барыня' (0,21 масс %). В плодах сорта 'Росинка' и отбора 3-454-4 выявлены лишь следы.

Железо является незаменимым компонентом крови, обеспечивает транспорт крови к тканям и органам, а также участвует в процессе окислительного метаболизма [22]. Высоким содержанием (более 0,20 масс %) Fe выделяются сорта 'Студенческая', 'Царица' и отбор 3-686-2, низким (0,04 масс %) – отбор 3-454-4. Для сорта 'Барыня' характерны только следы этого элемента (рис. 4).

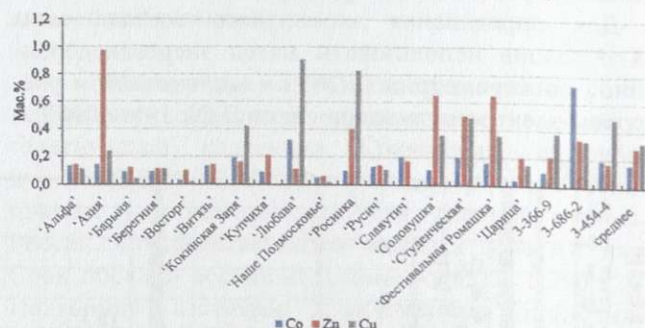


Рис. 4. Содержание Fe и Mn в ягодах земляники, масс %
Fig. 4. Fe and Mn content in strawberry fruits, wt %

Содержание кобальта в плодах земляники было более выражено, чем железа. Максимальное его количество отмечено у отбора 3-686-2 (0,73 масс %), а минимальное – у сорта 'Восторг' (0,03 масс %). Большие дозы никеля нарушают синтез белков, негативно влияют на нервную систему и выступают как токсичный и канцерогенный элемент.

В организм человека этот металл проникает через дыхательные пути, пищеварительную систему, кожу. Он участвует в активизации ферментов, окислительно-восстановительных процессах и обладает антиадреналиновым эффектом. Допустимым (безопасным) уровнем суточного поступления никеля для взрослого здорового человека считается 1 мг [23]. Содержание этого элемента варьировало от 0,06 масс % у сорта ‘Купчиха’ до 0,57 масс % у сорта ‘Царица’. В плодах отбора 3-366-9 обнаружены только следы никеля (рис. 5).

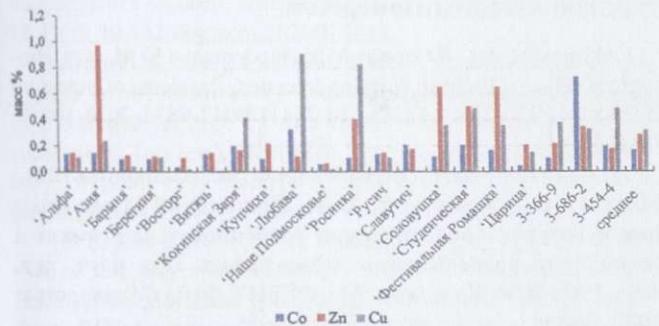


Рис. 5. Содержание микроэлементов (Co, Zn, Cu) в ягодах земляники (Co, Zn, Cu) in strawberry fruits, wt %

По накоплению меди выделился сорт ‘Любава’ (0,91 масс %). Отсутствовало содержание этого элемента в плодах сортов ‘Витязь’, ‘Славутич’ и ‘Купчиха’. Обнаружено недостаточное количество важных функциональных микроэлементов, таких как марганец и цинк. Наибольшее содержание цинка отмечено в плодах сортов ‘Студенческая’ (0,50 масс %) и ‘Соловушка’ (0,65 масс %). По содержанию марганца выделился сорт ‘Барыня’ (0,21 масс %). В плодах сорта ‘Росинка’ и отбора 3-454-4 выявлены лишь следы. Высоким накоплением молибдена (2,49-3,45 масс %) в плодах отличались сорта ‘Славутич’, ‘Наше Подмосковье’, ‘Барыня’, ‘Берегиня’, а низким (менее 1,00 масс %) – сорта ‘Косинская Заря’, ‘Купчиха’, ‘Соловушка’ и отбор 3-686-2.

Среднее содержание суммы зольных элементов в ягодах земляники составило 23,29 %. Выше средних значений на 16,07 % больше макро- и микроэлементов накапливается в ягодах сорта ‘Барыня’ (39,86); на 11,95 % больше в ягодах сорта ‘Берегиня’ (35,74); на 8,6 % больше в ягодах сорта ‘Витязь’ (32,41) и на 4,72 % больше в ягодах сорта ‘Наше Подмосковье’ (28,51), масс % соответственно. Корреляционная матрица представлена в таблице 2.

Таблица 2. Корреляционная матрица накопления 12 элементов в золе плодов земляники
Table 2. Correlation matrix of accumulation of 12 elements in strawberry fruit ash

	K	Mg	P	S	Ca	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Mo
Mg	0,28										
P	0,57	0,26									
S	0,21	0,71	-0,03								
Ca	0,57	-0,13	0,33	0,15							
Fe	-0,02	0,38	0,12	0,28	-0,26						
Co	-0,15	0,13	-0,21	0,36	-0,04	0,23					
Ni	0,69	0,02	0,46	0,01	0,42	0,28	-0,15				
Cu	-0,42	0,31	-0,30	0,27	-0,43	-0,07	0,32	-0,66			
Zn	-0,31	0,31	-0,30	0,61	0,00	0,13	0,20	-0,42	0,39		
Mo	0,84	0,08	0,42	-0,06	0,41	-0,08	-0,31	0,61	-0,45	-0,44	
Mn	0,40	0,02	0,46	0,03	0,27	0,05	0,32	0,27	-0,25	-0,20	0,35

По результатам корреляционного анализа выявлены связи между зольными элементами (табл. 2). Высокая положительная корреляция установлена между содержанием в плодах S-Mg ($r=0,71$), Mo-K ($r=0,84$). Зависимость между молибденом и калием показывает, что накопление молибдена на 71 % зависит от накопления калия (рис. 6).

Средняя связь ($r=0,31-0,69$) прослеживается между элементами, Ca-P, Fe-Mg, Co-S, Cu-Mg, Cu-Co, Mn-Co, Mg-Mo, P-K, Ca-K, Ni-K, Ni-Ca, Zn-S, Mo-P, Mo-Ca, Mo-Ni, Mg-K, Mg-P. Отсутствует связь между цинком и кальцием. Отрицательная корреляция отмечена между элементами Cu-Ni ($r=-0,66$). Эта зависимость показывает, что увеличение или уменьшение меди на 44 % обратно пропорционально накоплению никеля (рис. 7).

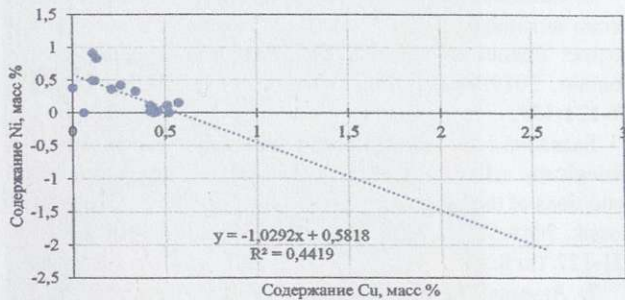
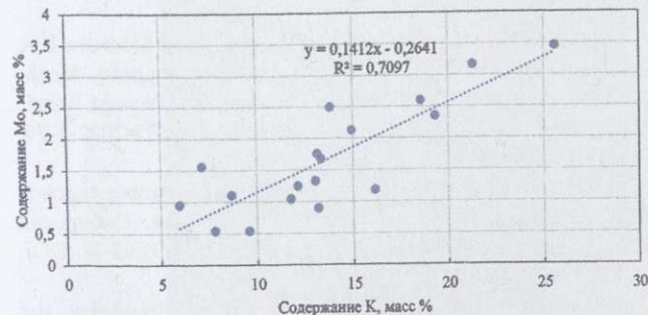


Рис. 6. Корреляционная связь между накоплением калия и молибдена в золе плодов земляники
Fig. 6. Correlation between potassium and molybdenum accumulation in strawberry fruit ash

Рис. 7. Корреляционная связь между накоплением никеля и меди в золе плодов земляники
Fig. 7. Correlation between nickel and copper accumulation in strawberry fruit ash

Выводы

1. В результате исследований в зольном остатке ягод земляники выявлено 12 макро- и микроэлементов. Установлен убывающий ряд их накопления: $K > P > Mg > Ca > Mn > S > Cu > Ni > Zn > Mo > Fe > Co$.

2. По сумме зольных элементов выделяются сорта 'Барыня', 'Берегиня', 'Витязь', 'Наше Подмосковье', которые могут представлять интерес в селекции на повышение содержания зольных элементов.

Список использованной литературы/References

1. Тутельян В. А. Нутрициология и клиническая диетология: национальное руководство. Под ред. Тутельян В. А., Никитюк Д. Б. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020, 656 с.

Tutel'yan V. A. Nutrition and clinical dietetics: national guidelines. Pod red. Tutel'yan V. A., Nikityuk D. B. M.: GEOTAR-Media, 2020, 656 p. (in Russ.).

2. Николаева Л. А., Ненахова Е. В. Биологическая роль витаминов в организме. Методы оценки витаминной обеспеченности организма человека. Методы определения витаминов С. Учебно-методическое пособие. Иркутск: ГБОУ ВПО ИГМУ Минздрава России, 2014, 71 с.

Nikolayeva L. A., Nenakhova E. V. Biological role of vitamins in the body. Methods for assessing the vitamin supply of the human body. Methods for the determination of vitamin C. Uchebno-metodicheskoe posobie. Irkutsk: GBOU VPO IGMU Minzdrava Rossii, 2014, 71 p. (in Russ.).

3. Wahyuningsias D., Caroline A., Adiaty M. P., Levysa F., Kusumawardhana I. Turning strawberry jam into slice: a new way of consuming strawberry fruits preservation products, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. March 2021;704(1):012045. DOI: 10.1088/1755-1315/704/1/012045.

4. Доронин А. Ф., Шендеров Б. А. Функциональное питание. М.: Грантъ, 2002. 296 с.

Doronin A. F., Shenderov B. A. Functional nutrition. M.: Grant, 2002. 296 p. (in Russ.).

5. Куликов И. М., Евдокименко С. Н., Тумаева Т. А., Келина А. В., Сазонов Ф. Ф., Андропова Н. В., Подгаецкий М. А. Научное обеспечение ягодоводства России и перспективы его развития, Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021;25(4):414-419. DOI: 10.18699/VJ21.046.

Kulikov I. M., Evdokimenko S. N., Tumaeva T. A., Kelina A. V., Sazonov F. F., Andronova N. V., Podgaetsky M. A. Scientific support of small fruit growing in Russia and prospects for its development, Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2021;25(4):414-419. DOI: 10.18699/VJ21.046. (in Russ.).

6. Сазонова И. Д. Оценка уровня накопления биологически активных веществ в плодах ягодных культур в условиях Брянской области, Плодоводство и ягодоводство России. 2019;57:121-127. DOI: 10.31676/2073-4948-2019-57-121-127.

Sazonova I. D. Assessment of the level of accumulation of biologically active substances in the fruits of berry crops in the conditions of the Bryansk region, Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2019;57:121-127. DOI: 10.31676/2073-4948-2019-57-121-127. (in Russ.).

7. Акимов М. Ю., Бессонов В. В., Коденцова В. М. и др. Биологическая ценность плодов и ягод российского производства, Вопросы питания. 2020;89(4):220-232. DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10055.

3. Источником повышенного содержания калия, фосфора, кальция являются сорта 'Барыня', 'Берегиня'; магния, железа, цинка – 'Студенческая'; железа, никеля – 'Царица'; серы – 'Росинка'; меди – 'Любава'.

4. Установлена высокая положительная корреляция в зольных элементах между содержанием S-Mg ($r=0,71$), Mo-K ($r=0,84$), отрицательная между элементами Cu-Ni ($r=-0,66$).

Конфликт интересов. Автор статьи заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Akimov M. Yu., Bessonov V. V., Kodentsova V. M. et al. Biological value of Russian fruits and berries, Problems of nutrition. 2020;89(4):220-232. DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10055. (in Russ.).

8. Евдокименко С. Н., Сазонов Ф. Ф., Андропова Н. В., Козак Н. В., Имамкулова З. А., Подгаецкий М. А. Ягодные культуры: биологические особенности, сортимент и технологии возделывания: монография. Под науч. ред. акад. РАН И.М. Куликова. М.: ФГБНУ ФНЦ Садоводства, 2022, 368 с.

Evdokimenko S. N., Sazonov F. F., Andronova N. V., Kozak N. V., Imamkulova Z. A., Podgaetsky M. A. Berry crops: biological features, cultivars and cultivation technologies: monografiya. Pod nauch. red. akad. RAN I.M. Kulikova. M.: FGBNU FNC Sadovodstva, 2022, 368 p. (in Russ.).

9. Ширко Т. С., Ярошевич И. В. Биохимия и качество плодов. Минск.: Наука и техника, 1991, 294 с.

Shirko T. S., Yaroshevich I. V. Biochemistry and quality of fruits. Minsk.: Nauka i tekhnika, 1991, 294 p. (in Russ.).

10. Wang J., Yang E., Chaurand P., Raghavan V. Visualizing the distribution of strawberry plant metabolites at different maturity stages by MALDI-TOF imaging mass spectrometry, Food Chemistry. 2021;345:1-9. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.128838.

11. Акимов М. Ю. Новые селекционно-технологические критерии оценки плодовой и ягодной продукции для индустрии здорового и диетического питания, Вопросы питания. 2020;89(4):244-254. DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10057.

Akimov M. Yu. New breeding and technological evaluation criteria for fruit and berry products for the healthy and dietary food industry, Problems of nutrition. 2020;89(4):244-254. DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10057. (in Russ.).

12. Салина Е. С., Князев С. Д., Зубкова М. И., Сидорова И. А. Пригодность сортов земляники среднего срока созревания для производства варенья, Плодоводство и виноградарство Юга России. 2022;73(1):134-148. DOI: 10.30679/2219-5335-2022-1-73-134-148.

Salina E. S., Knyazev S. D., Zubkova M. I., Sidorova I. A. Suitability of strawberry varieties of medium maturity for the production of jam, Plodovodstvo i vinogradarstvo yuga Rossii. 2022;73(1):134-148. DOI: 10.30679/2219-5335-2022-1-73-134-148. (in Russ.).

13. Марченко Л. А. Продуктивность земляники садовой и селекционные возможности ее повышения, Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021;51(3):65-74. DOI: 10.26898/0370-8799-2021-3-7.

Marchenko L.A. Productivity of garden strawberry and breeding possibilities to improve it, Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki. 2021;51(3):65-74. DOI: 10.26898/0370-8799-2021-3-7. (in Russ.).

14. Новикова И. М., Блиnnикова О. М., Ильинский А. С. Оценка качества ягод земляники садовой зарубежной селекции. Новые технологии. 2024;20(1):98-109. DOI: 10.47370/2072-0920-2024-20-1-98-109.

Novikova I. M., Blinnikova O. M., Ilyinsky A. S. Quality assessment of garden strawberries of foreign selection, *Novye tekhnologii*. 2024;20(1):98-109. DOI: 10.47370/2072-0920-2024-20-1-98-109. (in Russ.).

15. Акимов М. Ю., Лукьянчук И. В., Жбанова Е. В., Лыжин А. С. Плоды земляники садовой (*Fragaria×ananassa* Duch.) как ценный источник пищевых и биологически активных веществ (обзор), *Химия растительного сырья*. 2020;1:5-18. DOI: 10.14258/jcprm.2020015511.

Akimov M. Yu., Luk'yanchuk I. V., Zhdanova E. V., Lyzhin A. S. Strawberry fruit (*Fragaria×ananassa* Duch.) as a valuable source of nutritional and biologically active substances (review), *Khimiya rastitel'nogo syr'ya* (Chemistry of plant raw material). 2020;1:5-18. DOI: 10.14258/jcprm.2020015511. (in Russ.).

16. El-Hawary S. S. et al. Comparative phytochemical analysis of five Egyptian strawberry cultivars (*Fragaria×ananassa* Duch.) and antidiabetic potential of Festival and Red Merlin cultivars, *RSC Advances*. 2021;11(27):16755-16767.

17. Zhang Y., Yang M., Hou G., Zhang Y., Chen Q., Lin Y., Li M., Wang Y., He W., Wang X., Tang H., Luo Y. Effect of genotype and harvest date on fruit quality, bioactive compounds, and antioxidant capacity of strawberry, *Horticulturae*. 2022;8(4):348. DOI: 10.3390/horticulturae8040348.

18. Sirijan M., Pipattanawong N., Saeng-on B., Chaiprasart P. Anthocyanin content, bioactive compounds and physico-chemical characteristics of potential new strawberry cultivars rich in anthocyanins, *Journal of Berry Research*. 2020;10(3):397-410. DOI: 10.3233/jbr190487.

19. Причко Т. Г., Германова М. Г., Смелик Т. Л. Товарные качества и химический состав ягод земляники селекции СКФНЦСВВ, *Плодоводство и виноградарство юга России*. 2019;58(04):104-113. DOI: 10.30679/2219-5335-2019-4-58-104-113.

Prichko T. G., Germanova M. G., Smelik T. L. Commercial qualities and chemical composition of strawberry berries NCF-SCHVW breeding, *Plodovodstvo i vinogradarstvo yuga Rossii*. 2019;58(04):104-113. DOI: 10.30679/2219-5335-2019-4-58-104-113. (in Russ.).

20. Жбанова Е. В., Лукьянчук И. В. Биохимические показатели качества плодов перспективных сортов и отборных форм земляники в условиях Центрально-Черноземного района, *Таврический вестник аграрной науки*. 2023;2(34):30-38. DOI: 10.5281/zenodo.8271879.

Zhdanova Ye. V., Luk'yanchuk I. V. Biochemical indices of fruit quality in promising strawberry varieties and selected forms under conditions of the Central Chernozem Region, *Taurida Herald of the Agrarian Sciences*. 2023;2(34):30-38. DOI: 10.5281/zenodo.8271879. (in Russ.).

21. Мотылева С. М. Методические рекомендации по выполнению анализа зольных элементов и минеральных включений в органах растений методом энергодисперсионной спектроскопии на аналитическом РЭМ-М.: ФГБНУ ВСТИСП; Саратов: Амирит, 2018, 40 с. ISBN 978-5-001-40-010-3.

Motyleva S. M. Guidelines for the analysis of ash elements and mineral inclusions in plant organs by energy dispersive spectrometry on an analytical SEM. Moscow; Saratov, 2018, 40 p. ISBN 978-5-001-40-010-3. (in Russ.).

22. Тармаева И. Ю., Боева А. В. Минеральные вещества, витамины: их роль в организме. Проблемы микронутриентной недостаточности: учебное пособие. ГБОУ ВПО ИГМУ Минздрава России; кафедра гигиены труда и гигиены питания. Иркутск: ИГМУ, 2014, 89 с.

Tarmaeva I. Yu., Boeva A. V. Minerals, vitamins: their role in the body. Problems of micronutrient deficiency: text edition. *uchebnoe posobie*. GBOU VPO IGMU Minzdrava Rossii; kafedra gigeny truda i gigeny pitaniya. Irkutsk: IGMU, 2014, 89 p. (in Russ.).

23. Genchi G., Carocci A., Lauria G., Sinicropi M. S., Catalano A. Nickel: human health and environmental toxicology, *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2020;17(3):679. DOI: 10.3390/ijerph17030679.

Автор:

Андронов Н. В. – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства, Москва, Россия

Author:

Andronova N. V., PhD (Agric.), Senior Researcher, Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery, Moscow, Russia

Поступила: 02.10.2024

Принята к печати: 11.11.2024

Received: 02.10.2024

Accepted: 11.11.2024



Сорт земляники садовой БАРИНЯ®



Сорт земляники садовой
НАША ПОДМОСКОВЬЕ®