

Наталья Леонидовна Наумова

Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН, Екатеринбург, Россия
n.naumova@inbox.ru

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ОТДЕЛЬНЫХ СОРТОВ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР

Цель исследований – изучить минеральную ценность плодовых культур районированных и коммерческих сортов в сравнительном аспекте. Объекты исследования – плоды яблонь (сортов Данила, Первоуральская, Свердловчанин) и груш (сортов Гвидон, Добрянка) уральской селекции; плоды яблонь (сортов Гала, Ренет Симиренко, Ред Делишес) и груш (сортов Вильямс, Конференция, Форель), реализуемые в торговой сети «Магнит». В яблоках выявлено 17 минеральных веществ, 11 из которых определено во всех плодах: $K > P > Mg > Ca > Na > B > Fe > Al \geq Zn > Mn > Cu$. Из незаменимых элементов яблоки сорта Данила содержали больше K (до 10 раз), Fe (до 9 раз), Na (до 8 раз), Mg (до 5 раз), Zn (до 4 раз), P (до 43 %), Первоуральская – Ca (до 610 раз), Mn (до 8 раз), Mg (до 5 раз), Cu (до 2 раз); Ренет Симиренко – K (до 10 раз); Свердловчанин – Cu (до 2 раз). В грушах обнаружено 18 элементов, 14 из которых содержалось во всех сортообразцах: $K > P > Ca > Mg > Na > Si > B > Fe \geq Zn > Al > Cu > Ba > Mn > Ni$. Из эссенциальных элементов груши сорта Форель содержали больше Zn и Fe (до 5–6 раз), Cu и Na (до 2 раз), Mg (до 50 %); Гвидон – Mn (до 3 раз), Ca и Cu (до 2 раз), P (до 70 %), K (до 38 %); Добрянка – P (до 70 %), Вильямс – Na (до 2 раз). Источниками суммарно высокого накопления минеральных веществ в плодах яблони являются сорта Данила, Первоуральская, груши – сорт Гвидон уральской селекции.

Ключевые слова: плоды яблони, плоды груши, сорта яблони, сорта груши, минеральный состав плодов яблони и груши

Для цитирования: Наумова Н.Л. Минеральный состав отдельных сортов плодовых культур // Вестник КрасГАУ. 2026. № 3. С. 71–79. DOI: 10.36718/1819-4036-2026-3-71-79.

Финансирование: исследования выполнены в рамках Государственного задания по теме «Создание новых сортов сельскохозяйственных культур с заданными потребительскими свойствами, устойчивых к абиотическим и биотическим стрессорам на основе существующего генофонда и современных методов селекции, способных реализовывать генетический потенциал продуктивности в нестабильных климатических условиях» (0532-2026-0012).

Natalya Leonidovna Naumova

Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, UB RAS, Ekaterinburg, Russia
n.naumova@inbox.ru

MINERAL COMPOSITION OF FRUIT CROPS INDIVIDUAL VARIETIES

The aim of the study is to comparatively evaluate the mineral value of fruit crops of regionalized and commercial varieties. The objects of the study were apples (Danila, Pervouralskaya, Sverdlovchanin varieties) and pears (Gvidon, Dobryanka varieties) bred in the Urals; apples (Gala, Renet Simirenko, Red Delicious varieties) and pears (Williams, Conference, Forel varieties) sold in the Magnit retail chain. Seventeen minerals were identified in the apples, 11 of which were detected in all fruits: $K > P > Mg > Ca > Na > B > Fe > Al \geq Zn > Mn > Cu$. Of the essential elements, the Danila apple variety contained more K (up to 10 times), Fe (up to 9 times), Na (up to 8 times), Mg (up to 5 times), Zn (up to 4 times), P (up to 43 %), Pervouralskaya – Ca (up to 610 times), Mn (up to 8 times), Mg (up to 5 times), Cu (up to 2 times); Renet Simirenko – K (up to 10 times); Sverdlovchanin – Cu (up to 2 times). Eighteen elements were detected in

pears, 14 of which were present in all varieties: $K > P > Ca > Mg > Na > Si > B > Fe \geq Zn > Al > Cu > Ba > Mn > Ni$. Of the essential elements, Forel pears contained more Zn and Fe (up to 5-6 times), Cu and Na (up to 2 times), and Mg (up to 50 %); Gvidon contained more Mn (up to 3 times), Ca and Cu (up to 2 times), P (up to 70 %), and K (up to 38 %); Dobryanka contained more P (up to 70 %), and Williams contained more Na (up to 2 times). The Danila and Pervouralskaya apple varieties, and the Gvidon pear variety, bred in the Urals, were the sources of the highest overall accumulation of minerals in apple fruits.

Keywords: apple fruits, pear fruits, apple varieties, pear varieties, mineral composition of apple and pear fruits

For citation: Naumova NL. Mineral composition of fruit crops individual varieties. Bulletin of KSAU. 2026;(3):71-79. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2026-3-71-79.

Funding: research was conducted within the framework of the State Contract on the topic "Creation of new varieties of agricultural crops with specified consumer properties, resistant to abiotic and biotic stressors based on the existing gene pool and modern breeding methods, capable of realizing the genetic productivity potential in unstable climatic conditions" (0532-2026-0012).

Введение. Садоводство считается одной из приоритетных сфер сельскохозяйственной деятельности в Российской Федерации. Основной и наиболее распространенной плодовой культурой в нашей стране является яблоня (*Malus domestica* Borkh.) [1], наряду с ней значительную долю рынка традиционно занимает и груша (*Pyrus communis* L.) [2], плоды которых содержат сахара, органические кислоты, клетчатку, витамины, полифенольные, азотистые и пектиновые вещества, минеральные элементы и другие биологически активные соединения [3–6]. Плоды яблони и груши играют ключевую роль в питании человека с точки зрения обеспечения организма витаминами, минеральными и другими фитохимическими веществами [2].

Факторами, влияющими на концентрацию минеральных элементов во фруктах, служат: минеральный состав почвы, где они выращиваются, состав поливной воды, погодные условия, количество используемых удобрений и др. Немаловажными являются индивидуальные особенности сорта по поглощению и концентрации элементов в тканях [7, 8].

Макроэлементы (K, Mg, Na, Ca и P) необходимы для достижения высоких стабильных урожаев, формирования и сохранения качества плодовой продукции [9]. Так, P способствует развитию корней и цветению, K – устойчивости к болезням и стрессам, Na – повышению интенсивности фотосинтеза. Mg, преобразуя фосфорную кислоту, положительно влияет на плодобразование [10]. Ca участвует в строительстве клеточных стенок, повышает прочность тканей [9]. Микроэлементы (Mn, Zn, Fe, Cu и др.) участвуют в процессах фотосинтеза, дыхания, окислительно-восстановительных реакциях, входят в состав многих ферментных систем и др.

[11]. Относясь к незаменимым нутриентам пищи, минеральные вещества играют важную роль и в различных обменных процессах организма человека.

Яблоня и груша являются ведущими сельскохозяйственными плодовыми культурами, селекционное обновление сортимента которых становится все более активным во всем мире. По мере роста спроса на их плоды произошел сдвиг от традиционных, адаптированных к местным условиям сортов, к коммерчески доминирующим сортам, характеризующимся стабильной урожайностью, устойчивостью к болезням, привлекательным внешним видом и длительным сроком хранения плодов [12], но зачастую не обладающих необходимой комплексной адаптацией к стрессовым факторам региона выращивания, имеющих существенные технические недостатки и уступающих по вкусоароматическим свойствам и питательности [1, 12].

Единственным научным учреждением, специализирующимся на создании сортимента для пловодства Среднего Урала, является Свердловская селекционная станция садоводства (СССС) УрФАНИЦ УрО РАН. Изучение минерального состава плодов яблони и груши, представленных в ее генетических коллекциях садовых культур, и отбор наиболее ценных сортобразцов, как признаковых источников для дальнейшего использования в селекционной работе, позволяет оптимизировать региональный сортимент уникальными отечественными сортами, а также закладывать продуктивные агроценозы в почвенно-климатических условиях Свердловской области. До настоящего времени минеральный состав плодовых культур селекции СССС изучен не был.

Цель исследования – изучить минеральную ценность плодовых культур районированных и коммерческих сортов в сравнительном аспекте.

Задачи исследования: изучить макро- и микроэлементный состав плодов яблони и груши.

Объекты и методы. Объектами изучения выступили:

– плоды яблонь и груш уральской селекции, произрастающие в условиях Уникальной научной установки (УНУ) «Генофонд плодовых, ягодных и декоративных культур на Среднем Урале», сортов осеннего (яблоки Данила, груши Гвидон, Добрянка) и зимнего (яблоки Первоуральская, Свердловчанин) сроков созревания. Подвой у яблонь сортов Данила и Свердловчанин семенной – сеянцы Ранетки Пурпуровой, у сорта Первоуральская – клоновый карликовый 63-396; у груш – сеянцы груши уссурийской, агротехника возделывания традиционная, экстенсивная, без орошения и удобрений;

– плоды яблонь и груш, реализуемые в торговой сети федерального значения «Магнит», сортов летнего (груша Вильямс), осеннего (яблоки Гала, груши Конференция, Форель) и зимнего (яблоки Ренет Симиренко, Ред Делишес) сроков созревания.

Отбор проб яблок и груш в условиях УНУ проводили с разных сторон полога согласно рекомендациям [11], в условиях торговой сети –

согласно ГОСТ 34314-17. Содержание минеральных элементов определяли по МУК 4.1.1482-03 и МУК 4.1.1483-03 на спектрометре iCAP 7200 DUO с программным обеспечением iTEVA iCAP Software. Во всех плодах уровни тяжелых металлов As, Cd, Hg, Pb были ниже пределов их обнаружения применяемым методом исследования.

Все измерения выполняли в трех параллельных определениях. Математическую обработку данных осуществляли с помощью дисперсионного анализа (ANOVA) и определения критерия достоверно значимой разницы Тьюки (TukeyHSD).

Удовлетворение суточной потребности в минералах за счет включения в рацион плодовых культур соотносили с нормами их потребления согласно МР 2.3.1.0253-21.

Результаты и их обсуждение. На первом этапе исследований изучали минеральный состав плодов яблони. В результате выявлено 17 минеральных элементов (табл. 1), большинство из которых (11 элементов) определено во всех яблоках, что позволило расположить их в следующем убывающем ряду: $K > P > Mg > Ca > Na > B > Fe > Al \geq Zn > Mn > Cu$. Впервые получены результаты по содержанию Те в плодах яблони. Соединения Ва, Cr, Ni, Si, Sr, Те были выявлены в отдельных сортах яблок.

Таблица 1

Минеральный состав плодов яблони, мг/кг
Mineral composition of apple fruits, mg/kg

Элемент	Литературные данные [2, 11, 13–17]	Данила	Первоуральская	Свердловчанин	Гала	Ренет Симиренко	Ред Делишес
1	2	3	4	5	6	7	8
Жизненно необходимые							
Ca	10,3–190,0	62,8 ± 3,2a	67,2 ± 3,5b	25,1 ± 1,1c	10,3 ± 0,6d	8,5 ± 0,3e	0,11 ± 0,01f
Cu	0,05–9,90	0,18 ± 0,01a	0,21 ± 0,01b	0,23 ± 0,01b	0,15 ± 0,01c	0,17 ± 0,01a	0,10 ± 0,01d
Fe	0,7–83,6	0,77 ± 0,03a	0,67 ± 0,02b	0,71 ± 0,03c	0,52 ± 0,02d	0,28 ± 0,02e	0,08 ± 0,01f
K	330,0–1355,0	1064,0 ± 34,6a	583,1 ± 23,5b	758,2 ± 27,8c	158,4 ± 5,3d	1050,1 ± 29,8a	106,1 ± 4,2e
Mg	13,1–126,0	38,9 ± 1,7a	40,1 ± 1,9a	33,8 ± 1,2b	14,8 ± 0,6c	18,0 ± 0,7d	7,8 ± 0,3e
Mn	0,3–8,4	0,53 ± 0,02a	0,58 ± 0,02b	0,20 ± 0,01c	0,20 ± 0,01c	0,16 ± 0,01d	0,07 ± 0,01e
Na	0,0–25,0	4,16 ± 0,2a	1,21 ± 0,03b	3,60 ± 0,14c	0,67 ± 0,04d	1,15 ± 0,02e	0,52 ± 0,02f
P	21,0–130,0	115,0 ± 5,2a	95,5 ± 4,6b	85,9 ± 4,2c	80,5 ± 3,9d	98,0 ± 4,1b	90,7 ± 3,2e
Zn	0,39–33,00	0,51 ± 0,02a	0,18 ± 0,01b	0,39 ± 0,02c	0,42 ± 0,02c	0,13 ± 0,01d	0,32 ± 0,01e
Вероятно необходимые							
B	2,34–17,96	2,02 ± 0,05a	1,10 ± 0,03b	1,72 ± 0,04c	1,47 ± 0,05d	1,64 ± 0,03e	2,64 ± 0,08f
Cr	0,00–0,57	< 0,001	0,0012 ± 0,0001	< 0,001			
Ni	0,00–1,10	0,023 ± 0,001a	0,025 ± 0,001a	0,019 ± 0,001b	0,011 ± 0,001c	< 0,001	
Si	10,3–14,1	0,76 ± 0,03a	< 0,05	0,23 ± 0,01b	1,02 ± 0,05c	0,22 ± 0,01b	0,43 ± 0,02d
Sr	0,13–2,38	0,370 ± 0,011a	0,400 ± 0,021a	0,120 ± 0,013b	0,055 ± 0,002c	0,062 ± 0,003d	< 0,001

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Элементы с мало изученной ролью							
Al	0,08–17,68	0,74 ± 0,03a	2,94 ± 0,12b	0,34 ± 0,02c	0,45 ± 0,03d	0,13 ± 0,01e	0,11 ± 0,01e
Ba	0,08–3,64	0,490 ± 0,021a	0,550 ± 0,023b	0,170 ± 0,010c	0,062 ± 0,003d	0,044 ± 0,002e	< 0,005
Te	Данные отсутствуют	< 0,001			0,18 ± 0,01a	0,11 ± 0,01b	0,27 ± 0,02c

Здесь и далее: средние значения с разными буквенными индексами указывают на достоверные различия между группами согласно TukeyHSD ($p < 0,05$), значения с одинаковыми индексами статистически не различаются.

Выявлено, что величины жизненно важных макроэлементов в коммерческих сортах: К (в плодах Гала, Ред Делишес) Са (Ренет Симиренко, Ред Делишес) и Mg (Ред Делишес) не достигали минимума, описанного в рассматриваемых научных трудах. Содержание таких незаменимых микроэлементов, как Fe и Mn в яблоках Гала, Ренет Симиренко, Ред Делишес, Zn – в плодах Ренет Симиренко, Первоуральская, Ред Делишес также отличалось пониженной концентрацией. Это в общей сложности снижает минеральную ценность яблок и может быть обусловлено как дефицитом данных элементов в почве, так и повышенной солнечной активностью на фоне недостатка влаги в период вегетации яблони. Известно, что розничная торговая сеть «Магнит» в 2025 г. реализовала по агроконтрактам отечественные яблоки более чем от 20 плодородческих хозяйств из Краснодарского края, Кабардино-Балкарии и Карачаево-Черкесии [18]. К примеру, почвы Краснодарского края бедны К, а в период вегетации в плодах яблони наблюдается дефицит Са [13], что во многом объясняет полученные нами результаты исследований.

Содержание остальных незаменимых минералов – Cu, Na, P в плодах всех сортов соответствовало общеизвестным научным данным.

Уровни условно эссенциальных микроэлементов (Si – во всех сортах яблок, Sr – в плодах Гала, Ренет Симиренко) были ниже нижней границы интервалов сравнения. Концентрации B, Cr, Ni во всех сортах соответствовали литературным сведениям. Содержание Sr в яблоках Ред Делишес было ниже пределов его обнаружения применяемым методом исследования.

Уровни элементов с малоизученной ролью – Al и Ba в плодах яблони изучаемых сортов были сопоставимы со справочными величинами, однако яблоки уральской селекции имели нес-

колько большие концентрации на фоне отсутствия Te.

В целом, яблоки сорта Первоуральская на фоне остальных сортообразцов содержали до 610 раз больше Са, до 26 раз – Al, до 12 раз – Ba, до 8 раз – Mn, до 7 раз – Sr, до 5 раз – Mg, до 2 раз – Cu и Ni, отличались присутствием Cr. Яблоки сорта Данила характеризовались повышенным уровнем К (до 10 раз), Fe (до 9 раз), Na (до 8 раз), Sr (до 7 раз), Mg (до 5 раз), Zn (до 4 раз), Ni (до 2 раз), P (до 43 %); сорта Ренет Симиренко – содержанием К (до 10 раз); сорта Свердловчанин – содержанием Cu (до 2 раз); сорта Ред Делишес – уровнем B и Te (до 2 раз), сорта Гала – концентрацией Si (до 5 раз).

Известно, что употребление 100 г свежих яблок российского производства позволяет обеспечить суточную потребность взрослого человека в жизненно важных элементах: Mg – до 15 %, К – до 4 %, Са, Fe, Zn и Cu – до 2–3 % [2]. Нами выявлено (рис. 1), что при употреблении порции яблок исследуемых сортов суточная потребность в К может быть обеспечена до 2–3 % (Данила, Ренет Симиренко, Свердловчанин), Mn – до 2–3 % (Данила, Первоуральская), Cu – до 2 % (Свердловчанин, Первоуральская), P – до 1,6 % (Данила), Mg – до 1 % (Данила, Первоуральская), Fe – до 0,8 % (Данила), Са – до 0,7 % (Первоуральская), Zn – до 0,4 % (Данила), Si – до 0,3 % (Гала), Cr – до 0,3 % (Данила).

На следующем этапе изучали минеральный состав плодов груши. Нами обнаружено 18 элементов (табл. 2), значительная доля которых (14 элементов) определена во всех плодах и представлена в следующем ряду: К > P > Са > Mg > Na > Si > B > Fe ≥ Zn > Al > Cu > Ba > Mn > Ni. Впервые получены результаты по содержанию Si в свежих грушах. Соединения Cr, Li, Mo, Sr были выявлены в отдельных сортах груши.

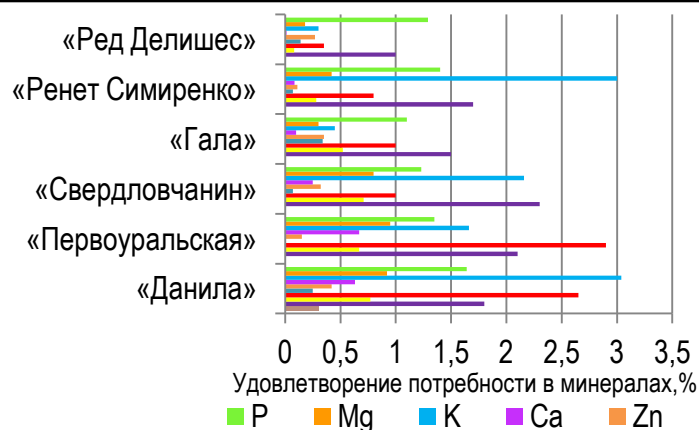


Рис. 1. Обеспечение суточной потребности взрослого человека в минеральных элементах при употреблении 100 г яблок исследуемых сортов
 Providing an adult with the daily requirement of mineral elements when consuming 100 g of apples of the studied varieties

Таблица 2

Минеральный состав плодов груши, мг/кг
Mineral composition of pear fruits, mg/kg

Элемент	Литературные данные [2, 7, 11, 17, 19]	Гвидон	Добрянка	Конференция	Вильямс	Форель
Жизненно необходимые						
Ca	43,0–2424,9	94,2 ± 4,1a	49,8 ± 2,2b	38,9 ± 1,8c	48,8 ± 1,9b	58,2 ± 2,0d
Cu	1,5–11,6	0,63 ± 0,02a	0,29 ± 0,01b	0,41 ± 0,02c	0,54 ± 0,02d	0,62 ± 0,03a
Fe	2,3–51,9	1,02 ± 0,04a	0,51 ± 0,02b	1,00 ± 0,03a	2,28 ± 0,08c	2,93 ± 0,11d
K	885,3–9825,0	1184,2 ± 39,5a	1006,1 ± 44,2b	983,4 ± 42,6b	858,2 ± 37,1c	1092,3 ± 40,7d
Mg	16,0–765,1	53,4 ± 2,2a	41,8 ± 1,7b	43,3 ± 1,5b	47,4 ± 1,8c	61,4 ± 2,7d
Mn	0,8–6,8	0,56 ± 0,02a	0,25 ± 0,01b	0,40 ± 0,01c	0,18 ± 0,01d	0,41 ± 0,02c
Mo	0,003–0,040 [11]	< 0,001				0,013 ± 0,001
Na	0,0–416,0	4,22 ± 0,20a	2,89 ± 0,15b	2,59 ± 0,12c	5,02 ± 0,17d	5,29 ± 0,20d
P	353,3–1799,8	158,2 ± 6,4a	151,3 ± 5,5a	93,0 ± 4,3c	108,1 ± 4,9d	98,1 ± 5,2e
Zn	1,7–16,9	0,74 ± 0,03a	0,45 ± 0,02b	1,00 ± 0,03c	1,49 ± 0,05d	2,27 ± 0,10e
Вероятно необходимые						
B	2,7–11,5 [11]	3,11 ± 0,12a	1,72 ± 0,06b	1,50 ± 0,04c	2,31 ± 0,07d	1,85 ± 0,04e
Cr	0,00–0,03 [11]	< 0,001		0,036 ± 0,001a	0,035 ± 0,001a	0,052 ± 0,002b
Li	0,000–0,005 [11]	< 0,001				0,010 ± 0,001
Ni	0,11–0,64 [11]	0,390 ± 0,021a	0,281 ± 0,014b	0,047 ± 0,002c	0,039 ± 0,002d	0,061 ± 0,002e
Si	Данные отсутствуют	0,22 ± 0,01a	0,16 ± 0,01b	2,98 ± 0,16c	3,32 ± 0,11d	4,30 ± 0,14e
Sr	0,09–0,44 [11]	0,53 ± 0,02a	0,21 ± 0,01b	< 0,001	0,12 ± 0,01c	0,12 ± 0,01c
Элементы с малоизученной ролью						
Al	0,17–15,1 [11]	0,05 ± 0,01a	0,14 ± 0,01b	0,64 ± 0,02c	1,15 ± 0,03d	1,50 ± 0,05e
Ba	0,20–1,34 [11]	1,22 ± 0,04a	0,36 ± 0,02b	0,09 ± 0,01c	0,18 ± 0,01d	0,30 ± 0,01e

Установлено, что уровни эссенциальных элементов – P, Cu, Mn в плодах всех сортов не достигали рассматриваемых минимальных значений. Содержание незаменимых макроэлементов: Ca – в грушах Конференция, K – в плодах сорта Вильямс, и микроэлементов: Fe – в плодах сортов Гвидон, Добрянка и Конференция, Zn – в грушах всех сортов (за исключением Форель) также было относительно низким. Уровни жизненно необходимых минералов Mg и Na в

плодах всех сортов были сопоставимы с литературными данными.

Важно отметить, что результаты исследований по содержанию отдельных щелочноземельных (Sr, Ba и др.), переходных (Cr и др.) металлов, а также металлоидов (B, Te и др.) в плодах груши (*Pyrus communis* L.) встречаются в единичных работах зарубежных авторов и описаны для небольшого количества сортов, что затруднило составление полноценных интервалов

сравнения для этих элементов. Таким образом, они лишь были приняты к сведению.

Из группы условно эссенциальных элементов содержание Li во всех плодах (за исключением сорта Форель) и Cr – в грушах уральской селекции на уровне ниже пределов их обнаружения методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой согласовалось с данными [11]. Концентрации Cr в остальных сортах груши колебались от 0,035–0,036 мг/кг (Конференция, Вильямс) до 0,052 мг/кг (Форель), В – от 1,50 (Конференция) до 3,11 мг/кг (Гвидон), Ni – от 0,039 (Вильямс) до 0,390 мг/кг (Гвидон), Si – от 0,16 (Добрянка) до 4,30 мг/кг (Форель), Sr – от 0,12 (Вильямс, Форель) до 0,53 мг/кг (Гвидон). Содержание Li в грушах сорта Форель достигало 0,010 мг/кг.

Величины показателей элементов с малоизученной ролью во всех плодах груши не превысили значений, представленных в научных трудах [11].

При сравнительной оценке сортообразцов между собой было выявлено, что плоды груши Форель отличались повышенным уровнем Al (до 30 раз), Si (до 27 раз), Zn и Fe (до 5–6 раз), Cu и Na (до 2 раз), Cr и Mg (до 50 %), наличием Mo и Li. Груша сорта Гвидон на фоне прочих

содержала до 13 раз больше Ba, до 10 раз – Ni, до 3–4 раз – Mn и Sr, до 2 раз – Ca, Cu и B, до 70 % – P, до 38 % – K. Плоды сорта Добрянка характеризовались повышенным уровнем P (до 70 %), сорта Вильямс – содержанием Na (до 2 раз). Остальные сорта груши не имели выдающихся данных по минеральному составу.

По литературным сведениям употребление 100 г свежих груш, выращенных в экспериментальных насаждениях ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина», позволяет обеспечить суточную потребность взрослого человека в Ca, Cu и K – до 3–4 %, Zn, Mg, Fe и Na – до 1–2 % [2]. Мы определили (рис. 2), что при употреблении порции груш коммерческих сортов суточная потребность взрослого человека в Cr может быть обеспечена от 9 (Вильямс, Конференция) до 13 % (Форель). Известно, что биомолекулы, содержащие Cr, участвуют в обмене веществ, регуляции аппетита и уровня глюкозы в крови, улучшении функции инсулина и укреплении иммунной системы [20]. Обеспечение потребности в Cu может составить до 6 % (Форель, Гвидон), K – до 3,5 % (Гвидон), Fe и Mn – до 3 % (Форель и Гвидон), P – до 2 % (Гвидон, Добрянка), Zn и Mo – до 2 % (Форель), Si и Mg – до 1,5 % (Форель), Ca – до 1 % (Гвидон).

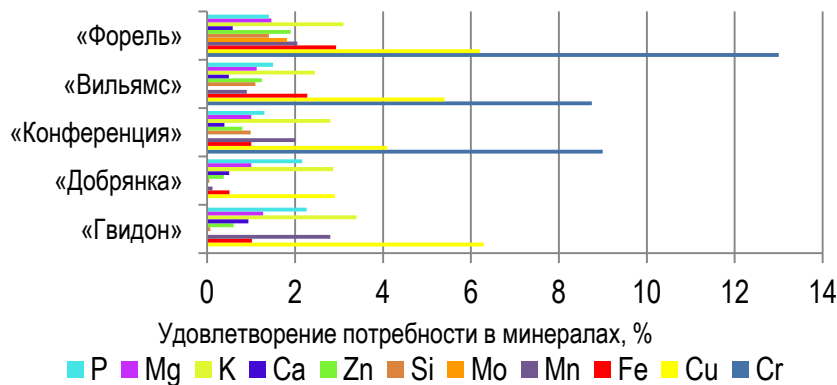


Рис. 2. Обеспечение суточной потребности взрослого человека в минеральных элементах при употреблении 100 г груши исследуемых сортов
 Providing the daily requirement of an adult for mineral elements when consuming 100 g of pears of the studied varieties

Минеральные элементы являются важными пищевыми веществами, они играют решающую роль в клеточном метаболизме, биосинтезе и иммунной функции организма человека, взаимодействуя с белками и другими функциональными группами. Так, Cu влияет на углеводный обмен через ускорение окисления глюкозы и торможение распада гликогена в печени; участвует в тканевом дыхании и кроветворении. Mn важен для

оптимальной работы иммунной системы, ЦНС, репродуктивной функции, участвует в регуляции углеводно-жирового обмена и др. Mg обеспечивает функционирование сердечно-сосудистой и нервной систем, морфогенез костной ткани, синтез ДНК и РНК, обмен глюкозы, окислительно-восстановительный гомеостаз и др. Калий поддерживает кислотно-щелочное равновесие, автоматизм сердечной мышцы, участвует в выве-

дении жидкости из организма [20]. В этом контексте среди исследуемых плодовых культур наибольшую ценность для потребителя представляют груши, обеспечивающие большие уровни удовлетворения суточной потребности взрослого человека в минеральных веществах.

Заключение. Впервые изучен минеральный состав плодов яблонь и груш уральской селекции.

Среди исследуемых сортообразцов плодовых культур яблоки Данила и Первоуральская, груши Форель и Гвидон имели более высокие уровни эссенциальных и условно эссенциальных макро- и микроэлементов.

Источниками суммарно высокого накопления минеральных веществ в плодах яблони являются сорта Данила и Первоуральская, груши –

сорт Гвидон селекции СССС УрФАНИЦ УрО РАН, которые можно рассматривать в качестве нового исходного материала для дальнейшей селекционной работы.

Яблоки и груши уральской селекции являются конкурентоспособными для восполнения дефицита минеральных элементов в организме человека, превосходя порой коммерческие сорта по ряду жизненно важных и вероятно необходимых для организма человека минеральных веществ.

Полученные результаты имеют большое практическое значение в разработке стратегии улучшения культуры яблони и груши в условиях Свердловской области.

Список источников

1. Причко Т.Г., Ульяновская Е.В., Дрофичева Н.В. Оценка биохимических показателей качества плодов яблок для комплексного отбора ценного исходного материала для селекции. В сб.: Международная научная онлайн-конференция «Биоинженерия в организации процессов селекции и размножения многолетних культур». Краснодар, 2020. Т. 25. С. 02019. DOI: 10.1051/bioconf/20202502019.
2. Акимов М.Ю., Бессонов В.В., Коденцова В.М., и др. Биологическая ценность плодов и ягод российского производства // Вопросы питания. 2020. № 89. С. 220–232. DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10055.
3. Rilak B., Tomić Je., Glišić I.P., et al. Quality monitoring of apple fruit during long-term cold storage // AgroReS. 2025. Vol. 5, N 14. P. 28–33. DOI: 10.63356/agrores.2025.003.
4. Ficzek G., Mehmeti S., Bujdosó G., et al. Assessing the post-brief-storage fruit quality and sensory characteristics of old, local apple cultivars from the Carpathian Basin // Plants. 2025. Vol. 14, N 13. P. 2005. DOI: 10.3390/plants14132005.
5. Hou X.K., Liu W.J., Zuo W.F., et al. Analysis of enzymes and phenolic metabolites which affecting the anti-browning property of 'Shannongsu' pear // LWT-Food Science and Technology. 2022. Vol. 168, N 15. P. 113919. DOI: 10.1016/j.lwt.2022.113919.
6. Adhikary T., Gill P.S., Jawandha S.K., et al. Browning and quality management of pear fruit by salicylic acid treatment during low temperature storage // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2020. Vol. 101, N 3. P. 853–862. DOI: 10.1002/jsfa.10692.
7. Dias C., Ribeiro T., Rodrigues A.C., et al. Relationship between minerals and physicochemical parameters with fruit quality in 'Rocha' pear orchards // Plant and Soil. 2023. Vol. 496, N 1-2. P. 1–13. DOI: 10.1007/s11104-023-06137-w.
8. Liu C., Li H., Ren A., et al. A comparison of the mineral element content of 70 different varieties of pear fruit (*Pyrus ussuriensis*) in China // PeerJ Life & Environment. 2023. Vol. 11, N 3. P. 15328. DOI: 10.7717/peerj.15328.
9. Причко Т.Г., Оплачко Р.А., Германова М.Г. Влияние системы минерального питания на формирование урожая и качество плодов яблони // Научные труды СК ФНЦ садоводства, виноградарства, виноделия. 2021. № 31. С. 64–70. DOI: 10.30679/2587-9847-2021-31-64-70.
10. Ширяева О.Ю., Ширяева М.М. Содержание макроэлементов в растениях разных сортов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 4. С. 96–103. DOI: 10.37670/2073-0853-2022-96-4-96-103.
11. Živić T., Coelho A.R.F., Marques A.C., et al. Quality assessment in seven different apple varieties commercialized in Portugal // Emirates Journal of Food and Agriculture. 2025. Vol. 37. P. 1–8. DOI: 10.3897/ejfa.2025.124556.

12. Akagić A., Oras A. Traditional versus commercial apple varieties: chemical composition and implications for processing. In: *Malus domestica – new insights*. 2025. IntechOpen. DOI: 10.5772/intechopen.1002121.
13. Причко Т.Г., Смелик Т.Л. Формирование минерального состава плодов яблони в период вегетации // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2023. № 82. С. 219–231. DOI: 10.30679/2219-5335-2023-4-82-219-231.
14. Naimi N., Pilevar Z., Ranaei V., et al. The concentration of potentially toxic elements (PTEs) in apple fruit: a global systematic review, meta-analysis, and health risk assessment // *Environmental science and pollution research*. 2022. Vol. 29. P. 54013–54024. DOI: 10.1007/s11356-022-21158-1.
15. Prundeanu I.M., Chelariu C., Balaban S.I., et al. Distribution and behavior of some trace elements as a function of apple varieties in Northeastern Romania // *International journal of environmental research and public health*. 2020. Vol. 17, N 7. P. 2607. DOI: 10.3390/ijerph17072607.
16. Захаров В.Л., Дубровина О.А., Солдатова Т.А., и др. Содержание биологически активных веществ и микроэлементов в плодах сортов яблони торговой сети Липецкой области // *Агропромышленные технологии Центральной России*. 2018. № 1. С. 8–20. DOI: 10.24888/2541-7835-2018-7-8-20.
17. Ahmed I.A.M., Özcan M.M., AlJuhaimi F., et al. The monitoring of accumulations of elements in apple, pear, and quince fruit parts // *Biological Trace Element Research*. 2025. Vol. 203. P. 1202–1208. DOI: 10.1007/s12011-024-04223-3.
18. «Магнит» увеличил поставки яблок по агроконтрактам. 2025. Доступно по: <https://specagro.ru/analytics/202509/daydzhest-plodoovoschnaya-produkciya-sbor-arbuzov-i-dyn-v-rf-v-tekuschem-godu>. Ссылка активна на 10.01.2026.
19. Kalkisim O., Okcu Z., Karabulut B., et al. Evaluation of pomological and morphological characteristics and chemical compositions of local pear varieties (*Pyrus communis* L.), grown in Gumushane, Turkey // *Erwerbs-Obstbau*. 2018. Vol. 60. P. 173–181. DOI: 10.1007/s10341-017-0354-6.
20. Godswill A.G., Somtochukwu I.V., Ikechukwu A.O., et al. Health benefits of micronutrients (vitamins and minerals) and their associated deficiency diseases: a systematic review // *International Journal of Food Sciences*. 2020. Vol. 3, N 1. P. 1–32. DOI: 10.47604/ijf.1024.

References

1. Prichko T, Ulyanovskaya E, Droficheva N. Evaluation of biochemical indicators of apple fruits quality for the complex selection of the valuable source material for breeding. In: *International scientific online conference “Bioengineering in the organization of processes of selection and reproduction of perennial crops”*. Krasnodar; 2020. Vol. 25. P. 02019. (In Russ.). DOI: 10.1051/bioconf/20202502019.
2. Akimov MYu, Bessonov VV, Kodentsova VM, et al. Biological value of fruits and berries of russian production. *Problems of Nutrition*. 2020;89(4):220-232. (In Russ.). DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10055.
3. Rilak B, Tomić Je, Glišić IP, et al. Quality monitoring of apple fruit during long-term cold storage. *AgroReS*. 2025;5(14):28-33. DOI: 10.63356/agrores.2025.003.
4. Ficzek G, Mehmeti S, Bujdosó G, et al. Assessing the post-brief-storage fruit quality and sensory characteristics of old, local apple cultivars from the Carpathian Basin. *Plants*. 2025;14(13):2005. DOI: 10.3390/plants14132005.
5. Hou XK, Liu WJ, Zuo WF, et al. Analysis of enzymes and phenolic metabolites which affecting the anti-browning property of ‘Shannongsu’ pear. *LWT-Food Science and Technology*. 2022;168(15):113919. DOI: 10.1016/j.lwt.2022.113919.
6. Adhikary T, Gill PS, Jawandha SK, et al. Browning and quality management of pear fruit by salicylic acid treatment during low temperature storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2020;101(3):853-862. DOI: 10.1002/jsfa.10692.
7. Dias C, Ribeiro T, Rodrigues AC, et al. Relationship between minerals and physicochemical parameters with fruit quality in ‘Rocha’ pear orchards. *Plant and Soil*. 2023;496(1-2):1-13. DOI: 10.1007/s11104-023-06137-w.

8. Liu C, Li H, Ren A, et al. A comparison of the mineral element content of 70 different varieties of pear fruit (*Pyrus ussuriensis*) in China. *PeerJ Life & Environment*. 2023;11(3):15328. DOI: 10.7717/peerj.15328.
9. Prichko TG, Oplachko RA, Germanova MG. Influence of inorganic nutrition system on the formation of yield and quality of apple fruits. *Nauchnye trudy SK FSC sadovodstva, vinogradarstva, vinodeliya*. 2021;31:64-70. (In Russ.). DOI: 10.30679/2587-9847-2021-31-64-70.
10. Shiryayeva OYu, Shiryayeva MM. The content of macronutrients in plants of different varieties. *Izvestia Orenburg SAU*. 2022;4:96-103. (In Russ.). DOI: 10.37670/2073-0853-2022-96-4-96-103.
11. Živić T, Coelho ARF, Marques AC, et al. Quality assessment in seven different apple varieties commercialized in Portugal. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 2025;37:1-8. DOI: 3897/ejfa.2025.124556.
12. Akagić A, Oras A. Traditional versus commercial apple varieties: chemical composition and implications for processing. In: *Malus domestica – new insights*. 2025. IntechOpen. DOI: 10.5772/intechopen.1002121.
13. Prichko T, Smelik TL. The formation of the mineral composition of the fruits of the apple tree during the growing season. *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2023;82(4):219-231. (In Russ.). DOI: 10.30679/2219-5335-2023-4-82-219-231.
14. Naimi N, Pilevar Z, Ranaei V, et al. The concentration of potentially toxic elements (PTEs) in apple fruit: a global systematic review, meta-analysis, and health risk assessment. *Environmental science and pollution research*. 2022;29:54013-54024. DOI: 10.1007/s11356-022-21158-1.
15. Prundeanu IM, Chelariu C, Balaban SI, et al. Distribution and behavior of some trace elements as a function of apple varieties in Northeastern Romania. *International journal of environmental research and public health*. 2020;17(7):2607. DOI: 10.3390/ijerph17072607.
16. Zakharov VL, Dubrovina OA, Soldatova TA, et al. Content of biologically active agents and minerals in fruits of grades of the apple-tree of retail chain stores of the Lipetsk Region. *Agro-industrial technologies of Central Russia*. 2018;1(7):8-20. (In Russ.). DOI: 10.24888/2541-7835-2018-7-8-20.
17. Ahmed IAM, Özcan MM, AlJuhaimi F, et al. The monitoring of accumulations of elements in apple, pear, and quince fruit parts. *Biological Trace Element Research*. 2025;203:1202-1208. DOI: 10.1007/s12011-024-04223-3.
18. «Magnit» uvelichil postavki yablok po agrokontraktam. 2025. Available at: <https://specagro.ru/analytics/202509/dayzhest-plodoovoschnaya-produkciya-sbor-arbuzov-i-dyn-v-rf-v-teku-schem-godu>. Accessed: 10.01.2026.
19. Kalkisim O, Okcu Z, Karabulut B, et al. Evaluation of pomological and morphological characteristics and chemical compositions of local pear varieties (*Pyrus communis* L.), grown in Gumushane, Turkey. *Erwerbs-Obstbau*. 2018;60:173-181. DOI: 10.1007/s10341-017-0354-6.
20. Godswill AG, Somtochukwu IV, Ikechukwu AO, et al. Health benefits of micronutrients (vitamins and minerals) and their associated deficiency diseases: a systematic review. *International Journal of Food Sciences*. 2020;3(1):1-32. DOI: 10.47604/ijf.1024.

Статья принята к публикации 25.02.2026 / The article accepted for publication 25.02.2026

Информация об авторах:

Наталья Леонидовна Наумова, ведущий научный сотрудник отдела селекции и сортоизучения плодовых и ягодных культур, доктор технических наук, доцент

Information about the authors:

Natalya Leonidovna Naumova, Leading Researcher at the Department of Selection and Variety Study of Fruit and Berry Crops, Doctor of Technical Sciences, Docent