

Научная статья/Research Article

УДК 577.1:635

DOI: 10.36718/1819-4036-2023-9-90-97

Наталья Леонидовна Наумова<sup>1✉</sup>, Александр Анатольевич Лукин<sup>2</sup>,  
Евгений Александрович Велисевич<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия

<sup>1</sup>n.naumova@inbox.ru

<sup>2</sup>lukin3415@gmail.com

<sup>3</sup>boode0114@gmail.com

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЯБЛОК СОРТА ЭКРАННОЕ

Цель исследования – провести сравнительный анализ биохимического состава яблок свердловской селекции сорта Экранное. Задачи: исследовать биохимические показатели и минеральный состав яблок; изучить элементный профиль почвы. Представлены результаты исследования элементного состава почвы и биохимического состава яблок сорта Экранное, произрастающих на двух разных участках (34-м и 42-м кварталах) Григорьевских садов (Челябинская обл., Каслинский р-н, д. Григорьевка). Были изучены профили сахаров, органических кислот, содержание пищевых волокон, полифенолов, флавоноидов, витамина С, а также титруемая кислотность, антиоксидантная активность и минеральный состав плодов. При идентичных агротехнических параметрах возделывания и условиях произрастания плоды имеют существенную разницу в величинах биохимических показателей, что обусловлено в том числе неравномерным распределением половины минеральных элементов с высокой долей количественной вариативности –  $Si^{+2}$  (218 %),  $Pb^{+2}$  (90),  $Mn^{+3}$  (82),  $Sr^{+2}$  (77),  $Ba^{+2}$  (72),  $P^{+3}$  (69),  $Co^{+2}$  (44),  $Ca^{+2}$  (37),  $Zn^{+2}$  (27),  $Mg^{+2}$  (26),  $Ni^{+2}$  (18 %) по профилю почвы, используемой для выращивания яблонь данного сорта. Для яблок, произрастающих на 34-м участке, свойственно повышенное содержание флавоноидов (в 2 раза), минеральных веществ ( $Al^{+3}$  – в 2,6 раза,  $V^{+3}$  – на 15,6 %,  $Cr^{+2}$  – на 53,8 %,  $Fe^{+2}$  – на 19,0 %,  $Mn^{+3}$  – в 1,7 раза,  $Na^{+}$  – в 65,3 раза,  $Ni^{+2}$  – на 76,2 %,  $Si^{+2}$  и  $Zn^{+2}$  – в 1,4–1,5 раза), для плодов с 42-го участка – органических кислот (яблочной – в 3,4 раза, янтарной – в 4,3 раза, молочной – на 40,1 %), нерастворимых пищевых волокон (на 13,3 %), полифенолов (на 18,9 %), витамина С (на 47,7 %), макро- и микроэлементов:  $Ba^{+2}$  – в 2,1 раза,  $Ca^{+2}$  – на 46,4 %,  $K^{+}$  – на 14,2 %,  $P^{+3}$  – на 26,5 %,  $Sr^{+2}$  – в 2,5 раза, а также  $Co^{+2}$  и  $Ti^{+2}$ .

**Ключевые слова:** яблоки, биохимические показатели, минеральный состав, сорт, почва, агроценоз

**Для цитирования:** Наумова Н.Л., Лукин А.А., Велисевич Е.А. Сравнительный анализ биохимических показателей яблок сорта Экранное // Вестник КрасГАУ. 2023. № 9. С. 90–97. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-9-90-97.

Natalya Leonidovna Naumova<sup>1✉</sup>, Alexander Anatolyevich Lukin<sup>2</sup>,  
Evgeniy Aleksandrovich Velisevic<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

<sup>1</sup>n.naumova@inbox.ru

<sup>2</sup>lukin3415@gmail.com

<sup>3</sup>boode0114@gmail.com

## BIOCHEMICAL INDICATORS COMPARATIVE ANALYSIS OF THE APPLES VARIETY EKRANNOE

The purpose of the study is to conduct a comparative analysis of the biochemical composition of apples of the Sverdlovsk selection of the variety Ekrannoe. Tasks: to study the biochemical parameters and the mineral composition of apples; to study the elemental profile of the soil. The results of a study of the elemental composition of the soil and the biochemical composition of apples of the Ekrannoe variety growing in two different plots (34th and 42nd quarters) of Grigoryevsky Gardens (Chelyabinsk Region, Kaslinsky District, Grigorievka village) are presented. The profiles of sugars, organic acids, content of dietary fiber, polyphenols, flavonoids, vitamin C, as well as titratable acidity, antioxidant activity and mineral composition of fruits were studied. With identical agrotechnical parameters of cultivation and growing conditions, the fruits have a significant difference in the values of biochemical parameters, which is also due to the uneven distribution of half of the mineral elements with a high proportion of quantitative variability  $Si^{+2}$  (218 %),  $Pb^{+2}$  (90),  $Mn^{+3}$  (82),  $Sr^{+2}$  (77),  $Ba^{+2}$  (72),  $P^{+3}$  (69),  $Co^{+2}$  (44),  $Ca^{+2}$  (37),  $Zn^{+2}$  (27),  $Mg^{+2}$  (26),  $Ni^{+2}$  (18 %) according to the soil profile used for growing apple trees of this variety. Apples growing in the 34th plot are characterized by an increased content of flavonoids (by 2 times), minerals ( $Al^{+3}$  – by 2.6 times,  $B^{+3}$  – by 15.6 %,  $Cr^{+2}$  – by 53, 8%,  $Fe^{+2}$  – by 19.0 %,  $Mn^{+3}$  – by 1.7 times,  $Na^{+}$  – by 65.3 times,  $Ni^{+2}$  – by 76.2 %,  $Si^{+2}$  and  $Zn^{+2}$  – by 1.4–1.5 times), for fruits from the 42nd section – organic acids (malic – 3.4 times, succinic – 4.3 times, lactic – 40.1 %), insoluble dietary fiber (by 13.3 %), polyphenols (by 18.9 %), vitamin C (by 47.7 %), macro- and microelements:  $Ba^{+2}$  – by 2.1 times,  $Ca^{+2}$  – by 46.4 %,  $K^{+}$  – by 14.2 %,  $P^{+3}$  – by 26.5 %,  $Sr^{+2}$  – by 2.5 times, as well as  $Co^{+2}$  and  $Ti^{+2}$ .

**Keywords:** apples, biochemical parameters, mineral composition, variety, soil, agroecology

**For citation:** Naumova N.L., Lukin A.A., Velisevich E.A. Biochemical indicators comparative analysis of the apples variety Ekrannoe // Bulliten KrasSAU. 2023;(9): 90–97. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-9-90-97.

**Введение.** Основой инновационного развития садоводства является максимальное раскрытие биологического потенциала сортов при эффективном использовании экологических и технологических факторов [1]. В ретроспективе за два десятка лет площади удобий, занятые под капельным орошением – известным атрибутом интенсивного сада, увеличились более чем в 6 раз [2].

Яблоки – плоды, богатые фитонутриентами, обладающими биологической активностью и положительным влиянием на здоровье человека [3]. Главенствующая роль в повышении рентабельности насаждений яблони (*Malus domestica* Borkh.), увеличении количества и качества продукции принадлежит сорту, соответствующему современным требованиям производства [4, 5].

Существенными ограничительными моментами для выращивания плодовых культур на Среднем Урале являются повреждающие зимние температуры ниже  $-30$  °С, короткий вегетационный период продолжительностью 109–119 дней и низкая сумма активных температур 1600–1800 °С [6]. Несмотря на это, уральскими

специалистами достигнуты большие результаты по селекции яблони [7, 8], но совершенствование сортимента адаптивными сортами нового поколения, пригодными для интенсивных технологий возделывания с конкурентоспособными плодами на рынке, по-прежнему является актуальным [9]. Биохимические показатели и потребительские свойства свежих плодов яблони изменяются в процессе их созревания, что во многом зависит от сорта, почвенно-климатических условий и агротехнических приемов выращивания, сроков уборки, условий и продолжительности хранения [10].

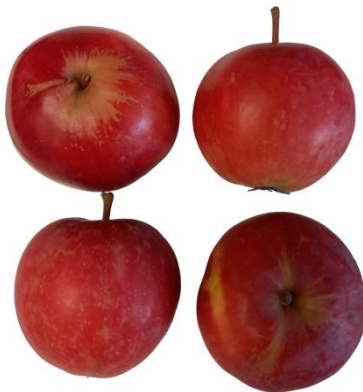
**Цель исследования** – провести сравнительный анализ биохимического состава яблок свердловской селекции сорта Экранное.

**Задачи:** исследовать биохимические показатели и минеральный состав яблок; изучить элементный профиль почвы.

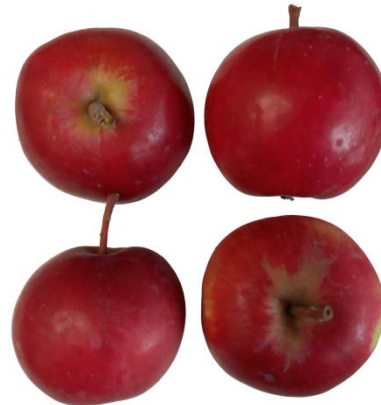
**Объекты и методы.** Объектами для изучения послужили образцы почвы и плодов яблони свердловской селекции осеннего сорта Экранное урожая 2022 г., произрастающих на двух разных участках (34-м и 42-м кварталах) одного агроценоза – Григорьевских садов (ИП ГК(Ф)Х

Филиппова А.А.). Расстояние между исследуемыми участками составляет 0,5 км. По внешнему виду яблоки имеют характеристики, свойственные данному помологическому сорту (см. рис.). Григорьевские сады расположены в северной лесостепи Челябинской области в окрестностях д. Григорьевка Каслинского района (широта: 56.158036, долгота: 60.907736). Почва

в агроценозе дерновая (рН 6,17 – на 34-м квартале, 5,78 – на 42-м квартале); возраст плодовых культур 5–6 лет; подвой у яблонь – вегетативно размножаемый клоновый 54-118; агротехника возделывания – по интенсивным технологиям (капельный полив и фертигация). Климат в зоне проведения исследований континентальный.



С 34-го квартала



С 42-го квартала

#### *Внешний вид яблок сорта Экранное*

Общее содержание сухих веществ и влаги в яблоках определяли по ГОСТ 33977-2016, сахаров – по М 04-69-2011, органических кислот – по М 04-47-2012, нерастворимых пищевых волокон – по ГОСТ Р 54014-2010, флавоноидов – по Р 4.1.1672-2003, минеральных веществ в плодах и почве – по МУК 4.1.1482-03 и МУК 4.1.1483-03, титруемую кислотность – по ГОСТ ISO 750-2013, витамина С – по [11], полифенолов – по [12], антиоксидантную активность (АОА) – по [13].

**Результаты и их обсуждение.** Высокое содержание сухих веществ (19,5 %) было характерно для яблок, полученных в условиях 34-го квартала данного агроценоза, на фоне средней величины (14,4 %) показателя плодов с 42-го квартала (табл. 1). Известно, что на основную массу сухих веществ, содержащихся в плодах, приходится углеводы – сахара, крахмал, целлюлоза, пектиновые вещества [14]. Благоприятным уровнем сахаров в яблоках считают количество 11–12 % [15]. В этой связи продукция с 34-го квартала с содержанием последних на уровне 17,4 % является более конкурентоспо-

собной. При детальном изучении фракционного состава сахаров определено, что во всех пробах яблок лидирующие позиции в количественном отношении занимает фруктоза (70 %), затем следуют глюкоза (21 %) и сахароза (9 %). Моно- и дисахариды выполняют основную функцию в метаболизме плодов, наряду с органическими кислотами они обуславливают вкус растительной продукции [16]. Установлено значительное превышение уровня яблочной кислоты над содержанием молочной и янтарной кислот в яблоках с обоих участков. При этом плоды с 42-го квартала содержат больше яблочной и янтарной кислот в 3,4 и 4,3 раз соответственно. Очень высокое значение титруемой кислотности было характерно для всех яблок независимо от места произрастания. Гармоничный вкус имеют, как правило, плоды с сахарокислотным индексом 15–25. В связи с чем для яблок с 42-го квартала изначально predeterminedены более кислые ноты во вкусе из-за низкой величины этого показателя. Нерастворимых пищевых волокон было также больше (на 13,3 %) в плодах с этого участка.

## Биохимические показатели плодов

Показатель	34-й квартал	42-й квартал
Влага, %	80,5±1,6	85,6±1,9
Сухие вещества, %	19,5±0,4	14,4±0,3
Сахара, %	17,4±0,3	11,9±0,2
В т. ч.:		
сахароза	1,6±0,1	1,0±0,1
глюкоза	3,6±0,2	2,5±0,1
фруктоза	12,2±0,7	8,4±0,5
Органические кислоты, мг/кг:		
яблочная	6529,3±77,2	22370,0±197,5
янтарная	309,0±2,1	1339,3±9,4
молочная	327,1±2,8	458,3±3,4
Титруемая кислотность, %	1,4±0,1	1,8±0,1
Сахарокислотный индекс, о.е.	12,4±0,4	6,6±0,2
Нерастворимые пищевые волокна, г/100 г	1,5±0,1	1,7±0,1
Флавоноиды (в пересчете на рутин), %	0,06±0,01	0,03±0,01
Полифенолы, ммоль/л экв. галловой кислоты	0,43±0,01	0,53±0,02
Витамин С, мг/100 г	4,4±0,1	6,5±0,2
АОА, %	70,9±2,1	79,1±2,5

Флавоноиды, относящиеся к классу фенольных соединений, проявляют различные виды биологической активности, в т. ч. антиканцерогенной, противовирусной, мембранотропной и др. [3]. Выявлено, что в плодах с 34-го участка флавоноидов содержится в 2 раза больше, несмотря на меньшее (на 18,9 %) количество полифенолов в целом. АОА плодов яблони связывают не только с содержанием полифенолов, но и с количеством аскорбиновой кислоты [17]. В этой связи относительно низкий уровень последней в яблоках с 34-го участка в общей совокупности согласуется с величиной их антиокислительных свойств, которая оказалась на 10,4 % ниже аналогичного показателя плодов с соседнего квартала.

Рентабельность садоводства зависит от применения рациональной системы удобрений, в т. ч. минеральных, с учетом биологических особенностей плодовых культур, почвенных и погодных условий. Минеральный состав почвы агроценоза зависит также от химического состава почвообразующей породы и влияния почво-

образовательного процесса на перераспределение элементов по профилю почвы [17]. В этой связи изучение минерального состава плодов яблони одного сорта, выращенных при идентичных условиях агротехники возделывания в пределах одного сада, но на территориально разных участках, представляет особый практический интерес. Определено (табл. 2), что яблоки с 34-го участка отличаются повышенным содержанием большего количества макро- и микроэлементов, а именно 9 соединений:  $Al^{+3}$  (в 2,6 раза),  $B^{+3}$  (на 15,6 %),  $Cr^{+2}$  (на 53,8 %),  $Fe^{+2}$  (на 19,0 %),  $Mn^{+3}$  (в 1,7 раза),  $Na^{+}$  (в 65,3 раза),  $Ni^{+2}$  (на 76,2 %),  $Si^{+2}$  и  $Zn^{+2}$  (в 1,4–1,5 раз). Плоды с 42-го квартала превосходят плоды с 34-го квартала по 5 элементам:  $Ba^{+2}$  (в 2,1 раза),  $Ca^{+2}$  (на 46,4 %),  $K^{+}$  (на 14,2 %),  $P^{+3}$  (на 26,5 %),  $Sr^{+2}$  (в 2,5 раза), в них дополнительно обнаружены  $Co^{+2}$  и  $Ti^{+2}$ . Содержание  $Pb^{+2}$  во всех пробах яблок не превысило регламентированной нормы ТР ТС 021/2022 (не более 0,4 мг/кг), однако было больше (в 2,6 раза) в образцах с 34-го участка.

## Минеральный состав плодов и почвы

Элемент	Содержание, мг/кг			
	34-й квартал		42-й квартал	
	Яблоки	Почва	Яблоки	Почва
Al <sup>+3</sup> (алюминий)	1,36±0,07	22560,1±138,3	0,52±0,02	22220,0±151,7
B <sup>+3</sup> (бор)	1,26±0,05	36,0±1,1	1,09±0,04	39,9±1,3
Ba <sup>+2</sup> (барий)	0,12±0,01	111,0±5,2	0,25±0,01	191,1±7,4
Ca <sup>+2</sup> (кальций)	55,1±1,6	5794,2±38,2	80,8±2,4	7940,1±43,6
Cd <sup>+2</sup> (кадмий)	< 0,0001	0,65±0,02	< 0,0001	0,64±0,02
Co <sup>+2</sup> (кобальт)	< 0,001	12,8±0,6	0,013±0,001	18,4±0,8
Cr <sup>+2</sup> (хром)	0,020±0,001	74,6±2,4	0,013±0,001	72,5±2,8
Cu <sup>+2</sup> (медь)	0,21±0,02	22,0±0,5	0,19±0,01	22,0±0,6
Fe <sup>+2</sup> (железо)	1,25±0,05	19353,1±126,3	1,05±0,04	21803,2±131,2
K <sup>+</sup> (калий)	1250,3±23,0	3712,3±21,2	1428,4±21,8	3990,1±27,1
Li <sup>+1</sup> (литий)	< 0,01	9,2±0,3	< 0,01	9,1±0,3
Mg <sup>+2</sup> (магний)	14,6±0,4	6324,1±42,2	14,2±0,5	8000,3±45,1
Mn <sup>+3</sup> (марганец)	0,22±0,01	630,0±9,9	0,13±0,01	1150,0±21,6
Na <sup>+</sup> (натрий)	1,960±0,081	328,1±7,3	0,030±0,001	337,2±7,1
Ni <sup>+2</sup> (никель)	0,037±0,003	54,0±1,1	0,021±0,001	45,6±0,8
P <sup>+3</sup> (фосфор)	124,1±2,5	1597,2±30,1	157,0±3,2	2706,1±32,6
Pb <sup>+2</sup> (свинец)	0,103±0,005	4,4±0,1	0,040±0,002	8,4±0,3
Si <sup>+2</sup> (кремний)	2,19±0,06	44,6±1,3	1,47±0,08	142,0±5,4
Sr <sup>+2</sup> (стронций)	0,077±0,003	36,6±0,6	0,192±0,010	64,7±1,5
Ti <sup>+2</sup> (титан)	< 0,001	1042,1±33,1	0,16±0,01	1108,2±35,2
V <sup>+2</sup> (ванадий)		51,6±1,4	< 0,001	60,2±1,9
Zn <sup>+2</sup> (цинк)	0,34±0,02	44,0±1,1	0,25±0,01	56,0±1,5

В значительной степени интенсивность поглощения микроэлементов растениями зависит от свойств почвы (химического состава, содержания высокодисперсных минеральных и органических веществ, pH, окислительно-восстановительного потенциала и др.), которые регулируют процессы мобилизации и иммобилизации соединений элементов [18]. Определено неравномерное распределение половины элементов с высокой долей количественной вариативности – Si<sup>+2</sup> (218 %), Pb<sup>+2</sup> (90), Mn<sup>+3</sup> (82), Sr<sup>+2</sup> (77), Ba<sup>+2</sup> (72), P<sup>+3</sup> (69), Co<sup>+2</sup> (44), Ca<sup>+2</sup> (37), Zn<sup>+2</sup> (27), Mg<sup>+2</sup> (26), Ni<sup>+2</sup> (18 %) по профилю почвы Григорьевских садов. Известно, что растения избирательно поглощают минеральные компоненты из почвы. В большем количестве поглощаются те из них, которые необходимы для роста [19]. Этим объясняется наличие Cd<sup>+2</sup>, Li<sup>+1</sup>, V<sup>+2</sup>, которые не обладают установленной биологической ролью, в почве данного агроценоза и их отсутствие в плодах яблонь. Выявлено, что повышенные концентрации Cr<sup>+2</sup> и Ni<sup>+2</sup> в яблоках с 34-го квартала, а также Ba<sup>+2</sup>, Ca<sup>+2</sup>, K<sup>+</sup>, P<sup>+3</sup> и

Sr<sup>+2</sup> – в плодах с противоположного участка напрямую согласуются с их высокими уровнями в почвенном покрове. Однако необходимо отметить, что относительно высокое содержание Fe<sup>+2</sup>, Mn<sup>+3</sup>, Pb<sup>+2</sup>, Si<sup>+2</sup> и Zn<sup>+2</sup> в почве с 42-го квартала не всегда способствовало накоплению их в плодах. В то же время относительно низкие уровни указанных элементов в почве с 34-го участка не ограничили их накопление в яблоках, что соответствует данным [20] и обусловлено, в первую очередь, соотношением концентраций других микроэлементов в почве, которое влияет на потенциал их поступления в яблоки. Так, Zn<sup>+2</sup> и V<sup>+2</sup> почвенного профиля оказывают антагонистическое влияние на поступление Mn<sup>+3</sup> в растения [18], что проявилось на примере системы «почва – растение» с 42-го квартала. В то же время на 34-м участке между V<sup>+2</sup> и Zn<sup>+2</sup> наблюдаются синергические отношения, т. е. присутствие их в почве в меньших количествах способствует большему накоплению в плодах яблонь, и это является нормой для взаимодействия данных микроэлементов [18].

Принимая во внимание требования «Методических указаний по химико-технологическому сортоиспытанию овощных, плодовых и ягодных культур для консервной промышленности» [21], плоды сорта Экранное, произрастающие в условиях Григорьевских садов на 42-м участке, из-за более высокого показателя титруемой кислотности и низкой величины сахарокислотного индекса пригодны для технологической переработки. Яблоки с 34-го квартала, имея противоположные характеристики по представленным выше свойствам, больше пригодны для употребления в свежем виде.

**Заключение.** При идентичных агротехнических параметрах возделывания и условиях произрастания плоды яблонь сорта Экранное имеют существенную вариабельность в величинах биохимических показателей, что обусловлено в том числе неравномерным распределением половины минеральных элементов –  $\text{Si}^{+2}$ ,  $\text{Pb}^{+2}$ ,  $\text{Mn}^{+3}$ ,  $\text{Sr}^{+2}$ ,  $\text{Ba}^{+2}$ ,  $\text{P}^{+3}$ ,  $\text{Co}^{+2}$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Zn}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Ni}^{+2}$  по профилю почвы, используемой для выращивания данной плодовой культуры. В этой связи для яблок, произрастающих на 34-м участке, свойственны повышенное содержание сухих веществ, сахаров, флавоноидов, минеральных веществ ( $\text{Al}^{+3}$ ,  $\text{V}^{+3}$ ,  $\text{Cr}^{+2}$ ,  $\text{Fe}^{+2}$ ,  $\text{Mn}^{+3}$ ,  $\text{Na}^{+}$ ,  $\text{Ni}^{+2}$ ,  $\text{Si}^{+2}$  и  $\text{Zn}^{+2}$ ), для плодов с 42-го участка – органических кислот, нерастворимых пищевых волокон, полифенолов, витамина С, макро- и микроэлементов:  $\text{Ba}^{+2}$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{K}^{+}$ ,  $\text{P}^{+3}$ ,  $\text{Sr}^{+2}$  и также  $\text{Co}^{+2}$  и  $\text{Ti}^{+2}$ .

#### Список источников

1. Сардарова Д.И., Искендерова Т.Г. Биометрические показатели сортов в молодом яблоневом саду для обеспечения населения экологически чистой продукцией // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8, № 4. С. 165–172.
2. Безопасные системы и технологии капельного орошения: научный обзор ФГНУ «РосНИИПМ» / Г.Т. Балакай [и др.]. М.: Мелиоводинформ, 2010. 52 с.
3. Сравнительные исследования содержания фенольных соединений, флавоноидов и антиоксидантной активности яблок разных сортов / Н.В. Макарова [и др.] // Химия растительного сырья. 2018. № 2. С. 115–122. DOI: 10.14258/jcprm.2018022205.
4. Седов Е.Н. Селекция и новые сорта яблони. Орел: ВНИИСПК, 2011. 622 с.

5. Красова Н.Г., Галашева А.М., Королев Е.Ю. Современный сортимент яблони в ЦЧО и перспективы использования генофонда ВНИИСПК в селекции // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 4. С. 13–17. DOI: 10.30850/vrsn/2020/4/13-17.
6. Тарасова Г.Н., Тележинский Д.Д. Новые сорта груши для Среднего Урала // Современное садоводство. 2018. № 3. С. 33–38. DOI: 10.24411/2312-6701-2018-10305.
7. Савельева Н.Н. Биологические и генетические особенности яблони и селекция иммунных к парше и колонновидных сортов. Мичуринск: ВНИИС им. И.В. Мичурина, 2016. 280 с.
8. Загиров Н.Г. Изучение биологических особенностей роста и развития интродуцированных зимних сортов для пополнения генофонда яблони // Субтропическое и декоративное садоводство. 2021. № 76. С. 25–33. DOI: 10.31360/2225-3068-2021-76-25-33.
9. Макаренко С.А. Приоритетные направления селекции яблони для районов с суровыми климатическими условиями // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 8 (178). С. 28–35.
10. Дулов М.И. Биохимический состав и производство яблок в странах мира // Наукосфера. 2022. № 2-1. С. 90–96.
11. Pancham Y.P., Girish B., Sanjay S.S. UV-Spectrophotometric method for quantification of ascorbic acid in bulk powder // Pharma Innovation. 2020. Vol. 9. Iss. 5. P. 5–8.
12. A reproducible, rapid and inexpensive Folin-Ciocalteu micro-method in determining phenolics of plant methanol extracts / N. Cicco [at al.] // Microchemical Journal. 2009. Vol. 91. Iss. 1. P. 107–110. DOI: 10.1016/j.microc.2008.08.011.
13. Öztürk H., Kolak U., Meric C. Antioxidant, anticholinesterase and antibacterial activities of *Jurinea consanguinea* DC // Records of Natural Products. 2011. Vol. 5 (1). P. 43–51.
14. Хоконова М.Б., Машуков А.О. Определение интенсивности дыхания плодов и овощей // Биология в сельском хозяйстве. 2018. № 3. С. 16–19.
15. Седов Е.Н. Биохимическая и технологическая характеристика плодов генофонда яблони. Орел, 2007. 312 с.
16. Кравченко Д.А., Румянцева О.Н., Колодяжная В.С. Влияние условий холодильной об-

- работки на качество яблок осенних сортов // Вестник Международной академии холода. 2016. № 2. С. 15–20.
17. Кинетика изменения свойств почв, процессов и режимов, протекающих в почвах / В.И. Савич [и др.]. М.: РГАУ-МСХА; Плодородие, 2021. 220 с.
  18. Азаренко Ю.А., Ермохин Ю.И. Оценка потенциала поглощения микроэлементов растениями в зависимости от их концентрации в почве // Омский научный вестник. 2012. № 2 (114). С. 150–155.
  19. Kabata-Pendias A. Trace elements in soils and plants. 4th Edition. Boca Raton, FL: Crc Press, 2010. 548 p.
  20. Русанов А.М., Савин Е.З., Нугматянова С.Э. Содержание тяжелых металлов в плодах яблони в городских условиях // Вестник Оренбургского государственного университета. 2011. № 1 (120). С. 148–151.
  21. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общ. ред. Е.Н. Седова. Орел, 1995. 501 с.
- References**
1. Sardarova D.I., Iskenderova T.G. Biometricheskie pokazateli sortov v molodom yablonevom sadu dlya obespecheniya naseleniya `ekologicheski chistoj produkciej // Byulleten' nauki i praktiki. 2022. T. 8, № 4. S. 165–172.
  2. Bezopasnye sistemy i tehnologii kapel'nogo orosheniya: nauchnyj obzor FGNU «RosNIIPM» / G.T. Balakaj [i dr.]. M.: Meliovodinform, 2010. 52 s.
  3. Sravnitel'nye issledovaniya sodержaniya fenol'nyh soedinenij, flavonoidov i antioksidantnoj aktivnosti yablok raznyh sortov / N.V. Makarova [i dr.] // Himiya rastitel'nogo syr'ya. 2018. № 2. S. 115–122. DOI: 10.14258/jcprm.2018022205.
  4. Sedov E.N. Selekcija i novye sorta yabloni. Orel: VNIISPK, 2011. 622 s.
  5. Krasova N.G., Galasheva A.M., Korolev E.Yu. Sovremennyj sortiment yabloni v CChO i perspektivy ispol'zovaniya genofonda VNIISPK v selekcii // Vestnik Rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2020. № 4. S. 13–17. DOI: 10.30850/vrsn/2020/4/13-17.
  6. Tarasova G.N., Telezhinskij D.D. Novye sorta grushi dlya Srednego Urala // Sovremennoe sadovodstvo. 2018. № 3. S. 33–38. DOI: 10.24411/2312-6701-2018-10305.
  7. Save'eva N.N. Biologicheskie i geneticheskie osobennosti yabloni i selekcija immunnih k parshe i kolonnovidnyh sortov. Michurinsk: VNIIS im. I.V. Michurina, 2016. 280 s.
  8. Zagirov N.G. Izuchenie biologicheskikh osobennostej rosta i razvitiya introducirovannyh zimnih sortov dlya popolneniya genofonda yabloni // Subtropicheskoe i dekorativnoe sadovodstvo. 2021. № 76. S. 25–33. DOI: 10.31360/2225-3068-2021-76-25-33.
  9. Makarenko S.A. Prioritetnye napravleniya selekcii yabloni dlya rajonov s surovymi klimaticheskimi uslovijami // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. № 8 (178). S. 28–35.
  10. Dulov M.I. Biohimicheskij sostav i proizvodstvo yablok v stranah mira // Naukosfera. 2022. № 2-1. S. 90–96.
  11. Pancham Y.P., Girish B., Sanjay S.S. UV-Spectrophotometric method for quantification of ascorbic acid in bulk powder // Pharma Innovation. 2020. Vol. 9. Iss. 5. P. 5–8.
  12. A reproducible, rapid and inexpensive Folin-Ciocalteu micro-method in determining phenolics of plant methanol extracts / N. Cicco [at al.] // Microchemical Journal. 2009. Vol. 91. Iss. 1. P. 107–110. DOI: 10.1016/j.microc.2008.08.011.
  13. Öztürk H., Kolak U., Meric C. Antioxidant, anticholinesterase and antibacterial activities of Jurinea consanguinea DC // Records of Natural Products. 2011. Vol. 5 (1). P. 43–51.
  14. Hokonova M.B., Mashukov A.O. Opredelenie intensivnosti dyhaniya plodov i ovoschej // Biologiya v sel'skom hozyajstve. 2018. № 3. S. 16–19.
  15. Sedov E.N. Biohimicheskaya i tehnologicheskaya harakteristika plodov genofonda yabloni. Orel, 2007. 312 s.
  16. Kravchenko D.A., Rumyancheva O.N., Koldyaznaya V.S. Vliyanie uslovij holodil'noj obrabotki na kachestvo yablok osennih sortov // Vestnik Mezhdunarodnoj akademii holoda. 2016. № 2. S. 15–20.
  17. Kinetika izmeneniya svojstv pochv, processov i rezhimov, protekayuschih v pochvah / V.I. Savich [i dr.]. M.: RGAU-MSHA; Plodorodie, 2021. 220 s.
  18. Azarenko Yu.A., Ermohin Yu.I. Ocenka potenciala pogloscheniya mikro`elementov

- rasteniyami v zavisimosti ot ih koncentracii v pochve // Omskij nauchnyj vestnik. 2012. № 2 (114). S. 150–155.
19. *Kabata-Pendias A.* Trace elements in soils and plants. 4th Edition. Boca Raton, FL: Crc Press, 2010. 548 p.
20. *Rusanov A.M., Savin E.Z., Nigmatyanova S.E.* Soderzhanie tyazhelyh metallov v plodah yabloni v gorodskih usloviyah // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2011. № 1 (120). S. 148–151.
21. Programma i metodika selekcii plodovyh, yagodnyh i orehoplodnyh kul'tur / pod obsch. red. *E.N. Sedova.* Orel, 1995. 501 s.

Статья принята к публикации 04.07.2023 / The article accepted for publication 04.07.2023.

Информация об авторах:

**Наталья Леонидовна Наумова**<sup>1</sup>, ведущий научный сотрудник лаборатории перспективных исследований молекулярных механизмов стресса, доктор технических наук, доцент

**Александр Анатольевич Лукин**<sup>2</sup>, доцент кафедры пищевых и биотехнологий, кандидат технических наук

**Евгений Александрович Велисевич**<sup>3</sup>, аспирант кафедры экологии и химической технологии

Information about the authors:

**Natalya Leonidovna Naumova**<sup>1</sup>, Leading Researcher at the Laboratory for Advanced Research on Molecular Mechanisms of Stress, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

**Alexander Anatolyevich Lukin**<sup>2</sup>, Associate Professor at the Department of Food and Biotechnology, Candidate of Technical Sciences

**Evgeniy Aleksandrovich Velisevich**<sup>3</sup>, Postgraduate student at the Department of Ecology and Chemical Technology

