

DOI: 10.12731/2658-6649-2023-15-6-959

УДК 615.322



Научная статья

## КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ПЛОДОВ ЯБЛОНИ РАЗНЫХ СОРТОВ, ВЫРАЩЕННЫХ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ АДЫГЕЯ

*А.Д. Цикуниб, Ю.А. Демченко, Ф.Н. Езлю,  
С.А. Павлюченко, С.А. Османи*

**Обоснование.** *Плоды яблони - ценный пищевой продукт, обладающий уникальным химическим составом, который обуславливает вкусовые качества и биологическую ценность. Химический состав плодов зависит от сорта яблок, сроков созревания, условий и места произрастания, что делает актуальным исследование в условиях определенного региона, в том числе Республики Адыгея, где садоводство не только имеет глубокие исторические корни, но и в последние десятилетия активно возрождается и развивается с использованием новых технологий и введением новых сортов.*

**Цель.** *Проведение комплексной оценки качества и биологической ценности плодов яблони разных сортов, выращенных в условиях Республики Адыгея на основе исследования органолептических, физико-химических и биохимических показателей.*

**Материалы и методы.** *Объектами исследования выступили образцы плодов яблони сельскохозяйственного предприятия ООО «Юмикс» пяти сортов: Бребурн, Гренни Смит, Айдаред, Флорина, Симиренко, выращенные в условиях Республики Адыгея. В исследуемых пробах проводили определение органолептических, физико-химических и биохимических показателей: растворимые сухие вещества (РСВ), титруемые кислоты в расчете на яблочную, витамин С, сумму сахаров, железо, активность полифенолоксидазы, антиокислительную активность (АОА). Статистическая обработка данных осуществлялась в программе MS Excel 2016.*

**Результаты.** *Впервые, на основе комплекса органолептических, физико-химических и биохимических методов проведены исследования выращенных в Республике Адыгея сортов яблок: Флорина, Айдаред, Гренни Смит,*

*Бребуρν, Симиренко. Установлено, что наибольший индекс сенсорного качества имеют яблоки сортов Бребуρν и Симиренко, высоким содержанием сухих веществ и сахаров отличается сорт Бребуρν, более гармоничный вкус, т.е. оптимальное отношение сахара к кислоте, имеют сорта Бребуρν и Флорина. Наибольшие содержания витамина С и биодоступного железа характерны яблокам сортов Бребуρν и Симиренко. Активность полифенолоксидазы в сортах Симиренко, Айдоред и Флорина оказалась выше, чем в пробах других сортов, при этом более высокое значение АОА выявлено у сорта Гренни Смит.*

**Заключение.** *Данные, полученные нами на основе комплексного исследования новых для Республики Адыгея, но уже пользующихся определенным потребительским спросом сортов яблок, позволяют дать объективную оценку их вклада в биологическую ценность рационов питания различных групп населения, а так же, при условии дальнейших мониторинговых исследований, могут быть использованы садоводами РА при расширении площадей под сорта с наиболее высокими вкусовыми качествами и стабильными показателями биологической ценности.*

**Ключевые слова:** *яблоки; растворимые сухие вещества; сумма сахаров; титруемые кислоты; индекс сенсорного качества; сахаро-кислотный индекс; витамин С; железо; активность полифенолоксидазы; антиоксидательная активность*

**Для цитирования.** *Цикуниб А.Д., Демченко Ю.А., Езлю Ф.Н., Павлюченко С.А., Османи С.А. Комплексная оценка качества и биологической ценности плодов яблони разных сортов, выращенных в условиях Республики Адыгея // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2023. Т. 15, №6. С. 51-71. DOI: 10.12731/2658-6649-2023-15-6-959*

Original article

## COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE QUALITY AND BIOLOGICAL VALUE OF APPLE FRUIT OF DIFFERENT VARIETIES GROWN IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF ADYGEA

*A.D. Tsikunib, Yu.A. Demchenko, F.N. Ezlyu,  
S.A. Pavlyuchenko, S.A. Osmani*

**Background.** *Apple fruits are a valuable food product with a unique chemical composition that determines the taste and biological value. The chemical compo-*

sition of fruits depends on the variety of apples, ripening terms, conditions and place of growth, which makes research relevant in the conditions of a certain region, including the Republic of Adygea, where horticulture not only has deep historical roots, but has been actively reviving and developing in recent decades. with the use of new technologies and the introduction of new varieties.

**Target.** Carrying out a comprehensive assessment of the quality and biological value of apple fruits of different varieties grown in the conditions of the Republic of Adygea on the basis of a study of organoleptic, physicochemical and biochemical indicators.

**Materials and methods.** The objects of the study were samples of apple fruits of the agricultural enterprise LLC “Yumiks” of 5 varieties: Braeburn, Granny Smith, Idared, Florina, Simirenko, grown in the conditions of the Republic of Adygea. In the samples under study, the determination of organoleptic, physicochemical and biochemical parameters was carried out: soluble solids (SS), titratable acids per malic acid, vitamin C, total sugars, iron, polyphenol oxidase activity, antioxidant activity (AOA). Statistical data processing was carried out in MS Excel 2016.

**Results.** For the first time, on the basis of a complex of organoleptic, physicochemical and biochemical methods, studies of apple varieties grown in the Republic of Adygea were carried out: Florina, Idared, Granny Smith, Braeburn, Simirenko. It has been established that the highest index of sensory quality has apple varieties Braeburn and Simirenko, the Braeburn variety is distinguished by a high content of solids and sugars, more harmonious taste, i.e. the optimal ratio of sugar to acid is found in the Braeburn and Florina varieties. The highest content of vitamin C and bioavailable iron is characteristic of Braeburn and Simirenko apple varieties. Polyphenol oxidase activity in Simirenko, Idared and Florina varieties was higher than in samples of other varieties, while a higher AOA value was found in Granny Smith.

**Conclusion.** The data obtained by us on the basis of a comprehensive study of apple varieties new to the Republic of Adygea, but already in a certain consumer demand, will allow us to give an objective assessment of their contribution to the biological value of the diets of various population groups, and also, subject to further monitoring studies, can be used gardeners of the Republic of Adygea when expanding the area under varieties with the highest taste and stable indicators of biological value.

**Keywords:** apples; soluble solids; total sugars; titratable acids; sensory quality index; sugar-acid index; vitamin C; iron; polyphenol oxidase activity; antioxidant activity

**For citation.** *Tsikunib A.D., Demchenko Yu.A., Ezlyu F.N., Pavlyuchenko S.A., Osmani S.A. Comprehensive Assessment of the Quality and Biological Value of Apple Fruit of Different Varieties Grown in the Conditions of the Republic of Adygea. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2023, vol. 15, no. 6, pp. 51-71. DOI: 10.12731/2658-6649-2023-15-6-959*

## **Введение**

Одним из приоритетных направлений государственной политики Российской Федерации является обеспечение качества пищевой продукции как важнейшей составляющей укрепления здоровья, увеличения продолжительности и повышения качества жизни населения [16]. Согласно рекомендациям по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания, объемы фруктов и ягод должны составлять не менее 100 кг на человека в год [10]. Яблоки являются одним из самых популярных фруктов, что можно объяснить целым рядом причин: большим разнообразием сортов, различными вкусами (сладкий, кислый, сладко-кислый, терпкий, вяжущий и т. д.), длительностью периода сбора урожая (весенние, летние, осенние и зимние сорта) и широкой сырьевой базой [6, 17], а также уникальным химическим составом, обусловленным содержанием не только углеводов, органических кислот, витаминов, микроэлементов, но и полифенолов, антоцианов, флавоноидов, оказывающих благотворное влияние на организм человека [13, 21, 32, 35].

Популярность яблок среди населения и растущий спрос способствуют увеличению площадей, используемых для посадки и выращивания этой культуры во многих регионах нашей страны, в том числе в Республике Адыгея, где садоводство имеет глубокие исторические корни. Черкесские сады – остаток большой культуры садоводства черкесов (адыгов) прошлых веков, являются природно-культурным наследием Северного Кавказа [19]. В последние десятилетия садоводство в Адыгее возрождается и развивается, используются новые технологии, вводятся новые сорта. При этом приоритетным направлением является выращивание яблок, и это не случайно, даже название столицы Адыгеи - Майкоп переводится как «Долина яблок». Основными сортами, выращиваемыми в Республике Адыгея являются, «Флорина», «Айдаред», «Делишес», «Голдстар», «Грени Смит», «Голден», Бребурн, Симиренко. Анализ литературных данных показал, что количество и содержание различных пищевых веществ может существенно варьировать в зависимости от сорта яблок, климатических

условий и места произрастания. М. Skendrović Babojelić М. с соавторами исследовали и выделили ключевые химические и органолептические особенности и различия трех сортов яблок «Айдаред», «Гренни Смит» и «Пинк Леди» [34]. Макарова Н. В. и Валиулина Д. Ф. установили особенности антиоксидантной активности и содержания фенольных веществ в зимних сортах яблок [7]. Ряд авторов [5, 23, 26] на экспериментальных данных доказали взаимосвязь между химическим составом и климатическими условиями. Обнаружено, что в северной климатической зоне плоды отличаются сравнительно меньшими размерами, высокой кислотностью и низким значением соотношения сахара/кислоты, чем плоды, выращенные в южных широтах.

Указанное выше делает актуальным исследования в условиях определенного региона для объективной оценки их вклада в биологическую ценность рационов питания различных групп населения.

**Цель исследования:** проведение комплексной оценки качества и биологической ценности плодов яблони разных сортов, выращенных в условиях Республики Адыгея на основе исследования органолептических, физико-химических и биохимических показателей.

**Материалы и методы исследования.** Исследовано пять сортов яблок поздних сроков созревания, выращенных на территории РА сельскохозяйственным предприятием ООО «Юмикс»: Бребурн, Гренни Смит, Айдаред, Флорина, Симиренко, урожая 2022 г., в технической степени зрелости. Эти сорта выбраны по результатам ранее проведенного нами опроса, как наиболее популярные среди различных групп населения РА [22]. Органолептические показатели яблок определяли в соответствии с ГОСТ Р 54697-2011, а также, с использованием дискрипторно-профильного метода сенсорного анализа продуктов [12], проводили оценку интенсивности характерных признаков плодов (аромата, вкуса, внешнего вида, консистенции и цвета), в котором приняли участие 12 дегустаторов. Результаты оценивали по пятибалльной шкале: 0 - признак отсутствует; 1 - только узнаваемый или ощущаемый; 2 - слабая интенсивность; 3 - умеренная интенсивность; 4 - сильная; 5 - очень сильная интенсивность. Для комплексной оценки сенсорного качества, характеризующего степень приемлемости отдельных сортов яблок у потребителя, нами введен показатель «индекса сенсорного качества» (ИСК), который рассчитывали по формуле: ИСК, баллы =  $(A+B+W+K+C)/5$ , где А - аромат, В - вкус, W - внешний вид, К - консистенция, C - цвет.

Титруемую кислотность определяли методом потенциометрического титрования согласно ГОСТ ISO 750-2013; массовую долю сахаров – фотометрическим методом согласно ГОСТ 8756.13-87.

Определение витамина С проводили согласно ГОСТ 34151-2017 «Продукты пищевые. Определение витамина С с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии». Хроматографическое разделение проводилось при 25°C с использованием аналитической колонки Zorbax Eclipse Pluse C 18 (4,6мм x 250 мм, 5-Micron) при длине волны детекции 265 нм. В качестве подвижной фазы использовали смесь буферного раствора дигидрофосфата калия и N-цетил-N,N,N-триметиламмоний бромид в соотношении 1:9 со скоростью потока 0,7 см<sup>3</sup>/мин, объем инъекции составлял 30 мкл. Для управления системой жидкостной хроматографии и обработки данных использовалась программа OpenLab ChemStation.

Определение активности полифенолоксидазы проводили по методу Д.М. Михлина и З.С. Брновицкой [9], антиокислительную активность определяли по методу Т. В. Максимовой [8], содержание железа – по методу Б. М. Стифатова и др. [15].

Все измерения проводились в условиях повторяемости. Статистическая обработка результатов проводилась в программе MS Excel при вероятности 0,95.

Оборудование: высокоэффективный жидкостный хроматограф Agilent 1260 Infinity с диодно-матричным детектором (Германия), спектрофотометр UNICO (США), рефрактометр ИРФ-454 Б2М (Россия), рН-метр ионометр Эксперт-001(03) (Россия), весы лабораторные ОНАУС PR124 (США), аналитическая колонка Zorbax Eclipse Pluse C 18 (4,6мм x 250 мм, 5-Micron).

Реактивы: натрий гидроокись по ГОСТ 4328-77, стандарт-титры для приготовления буферных растворов по ГОСТ 8.135-2004, калий железосинеродистый по ГОСТ 4206-75, сахароза по ГОСТ 5833-75, цинк уксусноокислый по ГОСТ 5823-78, кислота азотная по ГОСТ 4461-77, калий роданистый по ГОСТ 4139-75, серная кислота по ГОСТ 4204-77, квасцы железоаммонийные по ГОСТ 4205—48, натрий фосфорноокислый 12-водный по ГОСТ 9337-79, кислота метафосфорная по ГОСТ 841-76, калий фосфорноокислый однозамещенный по ГОСТ 4198-75, L-цистеин, N-цетил-N,N,N-триметиламмоний бромид, калий марганцовокислый по ГОСТ 20490-75, кверцетин по ТУ 6-09-10-745-78, дистиллированная вода по ГОСТ Р 52501-2005, аскорбиновая кислота по ГОСТ 4815-76, крахмал по ГОСТ 10163-76, калий йодноватокислый по ГОСТ 4202-75, пирокатехин по ТУ 6-09-4025-83.

### Результаты исследования и их обсуждение

Органолептическая оценка показала, что исследованные пробы соответствуют установленным ГОСТ Р 54697- 2011 требованиям, и относятся к высшему сорту. Применение дискрипторно-профильного метода сенсорного анализа позволило более детально и наглядно сравнить основные органолептические показатели и определить интенсивность характерных признаков яблок (рисунок 1).

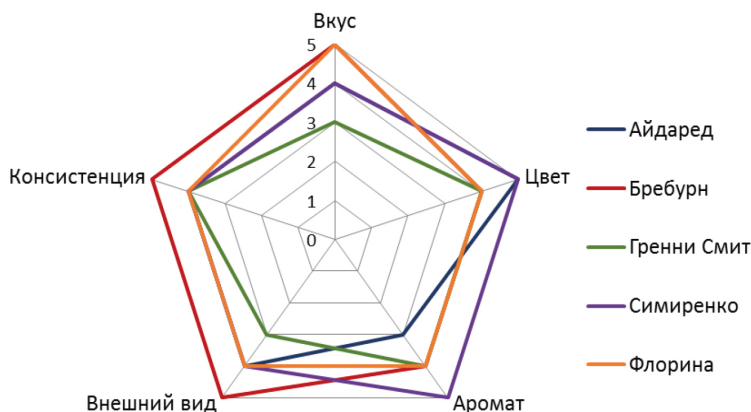


Рис. 1. Профилограмма сенсорных показателей яблок, баллы

По результатам комплексной оценки сенсорного качества наибольший ИСК у яблок сортов Бребурн и Симиренко, что свидетельствует о высоком уровне предпочтения этих сортов у потребителей (таблица 1).

Таблица 1.

Показатели ИСК яблок исследуемых сортов

Сорт	Айдаред	Бребурн	Гренни Смит	Симиренко	Флорина
ИСК	4,2	4,8	4,0	4,6	4,4

На основе многочисленных экспериментальных данных установлено, что к важнейшим физико-химическим показателям, определяющим вкусовые особенности и потребительские качества яблок, относятся содержание растворимых сухих веществ (РСВ), общих сахаров (ОС), редуцирующих сахаров (РС), титруемая кислотность (ТК) и сахаро-кислотный индекс (СКИ) [23, 29]. Результаты исследования физико-химических показателей проб представлены в таблице 2.

Таблица 2.

**Физико-химические показатели яблок исследуемых сортов**

Наименование показателя	Бребурн	Гренни Смит	Айдаред	Флорина	Симиренко
Массовая доля РСВ, %	18,5±0,10	17,0±0,15*	16,0±0,10*	17,0±0,10*	17,0±0,6 *
Массовая доля ОС, %:	12,2± 0,25	7,7±0,18*	8,7±0,14*	9,9±0,05*	7,2±0,11 *
Массовая доля РС, %	4,0±0,17	2,6±0,13*	4,3±0,11	3,3±0,21*	2,7±0,17*
ТК, ммоль Н <sup>+</sup> /100 г	0,49±0,04*	0,77±0,01	0,54±0,02*	0,45±0,01*	0,62±0,02 *
СКИ	24,8	10,0	16,1	22,0	11,7

**Примечание** <sup>(1)</sup>-достоверность различий ( $p < 0,05$ ) сорта Бребурн с остальными сортами по РСВ; <sup>(2)</sup>-достоверность различий ( $p < 0,05$ ) сорта Бребурн с остальными сортами по ОС, РС; <sup>(3)</sup>- достоверность различий ( $p < 0,05$ ) сорта Гренни Смит с остальными сортами по титруемой кислотности

Наши исследования показали, что наибольшее содержание сухих веществ у плодов сорта Бребурн (18,5%), а в остальных сортах этот показатель варьировал от 16,0% (сорт Айдаред) до 17,0 % (Флорина, Гренни Смит, Симиренко). Известно, что содержание сухого вещества показывает насколько плоды насыщены сахарами, крахмалом, органическими кислотами, дубильными и пектиновыми веществами, а также клетчаткой [14, 25]. При этом, основным компонентом сухих веществ фруктов являются сахара, общее содержание которых в яблоках зависит от многих факторов, таких как климатические, почвенные и в особенности сортовые [24, 33]. Общий сахар в яблоках представлен фруктозой и глюкозой, а также сахарозой, которые формируют сладкий вкус плода. Нами установлено, что плоды сорта Бребурн наряду с высоким содержанием сухих веществ отличаются также наибольшим содержанием суммарного сахара: в 1,6 раза, 1,4 раза, 1,2 раза и 1,7 раз больше, чем в Гренни Смит, Айдаред, Флорина и Симиренко соответственно.

Кислый вкус яблок во многом определяется содержанием органических кислот, которые, как известно, имеют важное значение для организма человека, активизируя деятельность пищеварительных желёз и, тем самым, способствуя лучшему усвоению пищи [1]. Плоды яблок содержат от девяти до двенадцати кислот, которые представлены, в основном яблочной (до 72%), лимонной (17%) и янтарной (6-7%) кислотами [28]. В наших исследованиях наибольшее содержание органических кислот выявлено для сортов Гренни Смит и Симиренко: 0,77 ммоль Н<sup>+</sup> и 0,62 ммоль Н<sup>+</sup> на 100



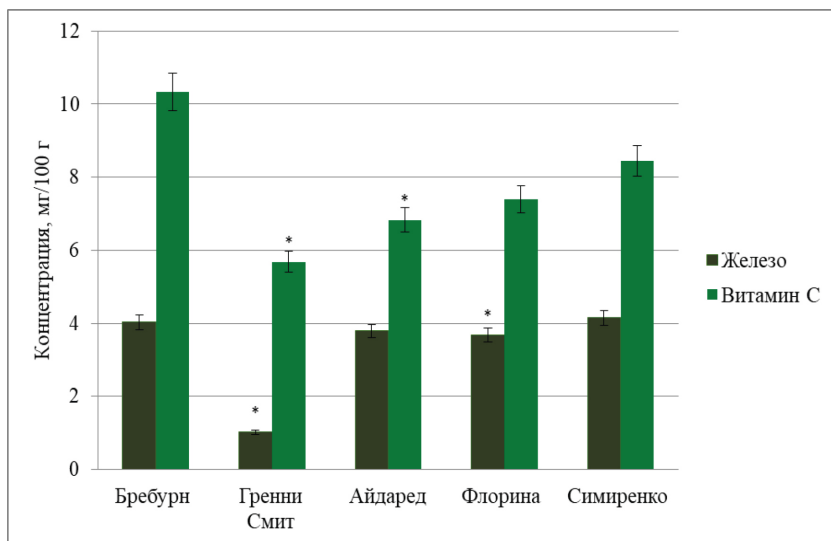
г продукта соответственно, что согласуется с данными других авторов [2, 3]. Следует отметить, что наибольшее содержание органических кислот характерно для яблок с зеленым цветом, а общее содержание сахаров - для яблок с розовым и красным цветами.

Вкус фруктов, в том числе яблок, определяется не абсолютным содержанием сахаров и кислот, а сахарокислотным индексом, который выражает гармоничность, то есть отношение сахара к кислоте [11, 13]. Считается, что наибольшую гармоничность во вкусе имеют, как правило, плоды при СКИ 15-25, при этом сорта с СКИ значительно превышающим 25 обычно мало перспективны - они имеют пресный вкус, получают низкую дегустационную оценку при потреблении в свежем виде и мало пригодны для технической переработки [13]. По нашим данным, наиболее гармоничный вкус из исследованных образцов имеют сорта Бребурн и Флорина со значениями СКИ 24,8 и 22,0 соответственно.

Особую роль в обеспечении биологической ценности фруктов играет витамин С, однако его содержание в яблоках варьирует в широких пределах в зависимости от сорта, климатических условий и даже метода исследования [18]. Яблоки не являются основным источником витамина С среди фруктов [1], но, в связи с высоким уровнем и частотой потребления, все же вносят существенный вклад в обеспеченность населения, в особенности молодежи, данным витамином [22]. С другой стороны, витамин С существенно повышает биодоступность железа, способствуя его всасыванию в кишечнике, что делает интересным с нутрициологических позиций одновременное с витамином С определение в яблоках содержания железа. Наши данные показывают, что содержание витамина С в целом укладывается в средний диапазон - 10 мг/100 г [20] с меньшим значением для Гренни Смит (5,68 мг/100 г) и с большим - для Бребурн (10,33 мг/100 г), а наибольшее содержание витамина С в комплексе с наибольшим уровнем биодоступного железа характерно яблокам сортов Бребурн и Симиренко (рис. 2).

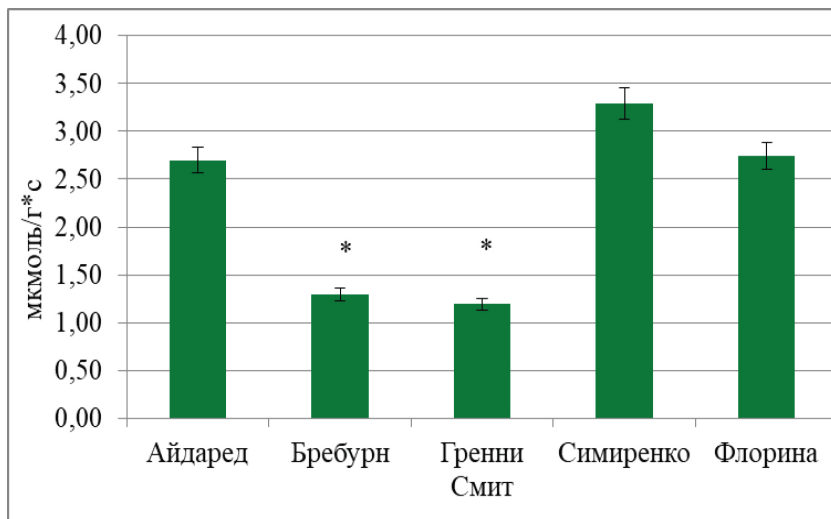
Яблоки, с точки зрения пищеварения и биологической ценности, полезны не только в виде плодов, но и в виде пюре и соков, а также фруктовых нарезок. Однако, как известно, при разрезании и/или терке яблоки темнеют, что отрицательно влияет на характеристики цвета, вкуса, аромата и пищевой ценности. Процесс потемнения яблок представляет собой довольно сложный биохимический процесс и связан с активностью фермента полифенолоксидазы (ПФО), катализирующего окисление полифенолов в соответствующие им хиноны, которые затем полимеризу-

ются с другими хинонами или фенолами, образуя коричневые пигменты [28, 30]. Одни исследователи ферментативное потемнение яблочной мякоти связывают больше с уровнем содержания полифенолов [35], другие – преимущественно с активностью ПФО [27]. Наши исследования показали наибольшую активность ПФО в сортах Симиренко, Айдаред и Флорина (рисунок 3), и, на наш взгляд, эти сорта более интересны для непосредственного потребления, тогда как низкая активность ПФО сортов Бребурн и Гренни-Смит позволяет использовать их для получения пюре, соков, свежих нарезок и т.д (рисунок 3).



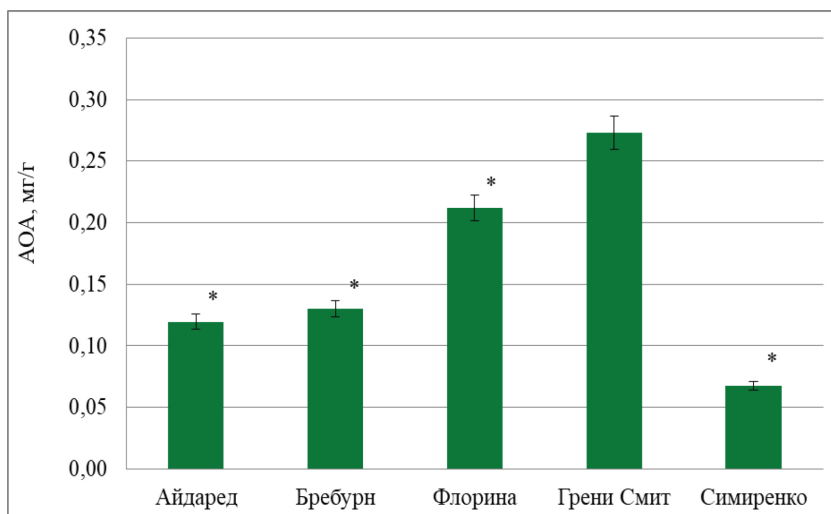
**Рис. 2.** Содержание витамина С и железа в яблоках исследуемых сортов  
*Примечание* \* достоверность различий ( $p < 0,05$ ) сорта Бребурн с остальными сортами по содержанию витамина С и железа.

Важным показателем, формирующим биологическую ценность фруктов является АОА. Она складывается из согласованного участия всех присутствующих в нем антиоксидантов, где основной вклад в нее вносят аскорбиновая кислота и полифенолы (токоферолы, флавононы и функциональные производные коричневой кислоты) [7]. Поскольку яблоки содержат в своем составе значительное количество биологически активных веществ восстанавливающего характера, была определена АОА исследуемых сортов яблок (рисунок 4).



**Рис. 3.** Динамика активности полифенолоксидазы яблок исследуемых сортов

*Примечание* \*- достоверность различий ( $p < 0,05$ ) сорта Гренни Смит с остальными сортами по содержанию витамина С и железа.



**Рис. 4.** Антиокислительная активность различных сортов яблок

*Примечание* \*- достоверность различий ( $p < 0,05$ ) сорта Гренни Смит с остальными сортами по АОА.

Установлено, что в исследованных образцах яблок АОА варьирует от 0,068 - 0,273 мг/г. Наибольшее значение АОА по сравнению с остальными сортами определено в сорте Гренни Смит (0,273±0,01 мг/г), а самый низкий показатель активности выявлен в плодах сорта Симиренко - 0,068 мг/г±0,01 мг/г.

### **Заключение**

Проведенные исследования позволили установить органолептические и физико-химические показатели, определяющие качество и биологическую ценность яблок различных сортов, выращенных в Республике Адыгея. Установлено, что сорта Бребурн и Симиренко имеют наибольший индекс сенсорного качества (4,8 и 4,6), кроме того плоды сорта Бребурн отличаются высоким содержанием сухих веществ и сахаров 18,5% и 12,2% соответственно. Сорта Бребурн и Флорина отличаются оптимальным отношением сахара к кислоте: 24,8 и 22,0 каждый. Наибольшее содержание витамина С в комплексе с наибольшим уровнем биодоступного железа характерно сортам Бребурн и Симиренко. Активность ПФО в сортах Симиренко, Айдо-ред и Флорина оказалась выше, чем в пробах других сортов, при этом более высокое значение АОА выявлено для сорта Гренни Смит (0,273±0,01 мг/г).

**Информация о конфликте интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Информация о спонсорстве.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

### ***Список литературы***

1. Васильев А.В., Манчук В.Т., Каспаров Э.В. и др. Перспективные задачи оптимизации питания на основе современных методов оценки пищевого статуса и энерготрат // Вопросы детской диетологии. 2010. Т. 8. № 3. С. 44-46.
2. Елисеева С. А., Барсукова Н. В., Саблина А. А. Влияние товароведных характеристик сортов яблок на формирование потребительских свойств десертов // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2019. №. 9 (150). С.113-120.
3. Кабалина Д. В., Першакова, Т. В., Лисовой, В. В., Михайлюта, Л. В. Изучение показателей качества и безопасности яблок, районированных в Краснодарском крае // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК–продукты здорового питания. 2017. № 5 (19). С. 20-27.

4. Кантере В. М., Матисон, В. А., Фоменко, М. А., Крюкова, Е. В. Основные методы сенсорной оценки продуктов питания // Пищевая промышленность. 2003. № 10. С. 6-13.
5. Макаркина М. А. Влияние метеорологических условий вегетационного периода на некоторые показатели химического состава плодов яблони // Садоводство и виноградарство. 2009. № 1. С. 4-5.
6. Макарова Н. В., Валиулина Д. Ф. Анализ химического состава и антиоксидантных свойств яблок различных сортов // Пищевая промышленность. 2013. № 3. С. 32-35.
7. Макарова Н. В., Валиулина Д. Ф., Бахарев В. В. Антиокислительные свойства и химический состав зимних сортов яблок // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2012. Т. 329. № 5-6. С. 26-29.
8. Максимова Т. В, Никулина, И. Н., Пахомов, В. П., Шкарина, Е. И., Чумакова, З. В., Арзамасцев, А. П. Способ определения антиокислительной активности // Патент РФ № 2170930 от 20.07.2001 г.
9. Михлин Д.М., Бронуицкая З.С. Йодометрический метод определения полифенолоксидазы и пероксидазы // Биохимия. 1949. Т. 14. № 4. с.379-381.
10. Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых веществ и продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания: приказ Министерства здравоохранения РФ от 19.08.2016 № 614 // СПС КонсультантПлюс. Москва, 2022. URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71385784/>
11. Причко Т. Г., Дрофичева Н. В. Использование перспективных сортов яблок в технологии производства продуктов питания с функциональной значимостью // Пищевая промышленность. 2015. № 1. С. 26-28.
12. Родина Т. Г. Сенсорный анализ как составляющая товарной экспертизы пищевых продуктов // Международная торговля и торговая политика. 2015. № 1 (1). С. 83-95.
13. Седов Е. Н., Макаркина М. А. Биохимический состав и масса плодов в различных зонах выращивания яблони // Аграрный вестник Урала. 2008. №5. С. 22-25.
14. Созаева Д. Р., Джабоева, А. С., Шаова, Л. Г., Цагоева, О. К. Содержание пектинов в различных видах плодовых культур и их физико-химические свойства // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. № 2 (68). С. 170-174.
15. Стифатов Б.М., Мошенская Е.Ю., Гайнутдинова Э.З., Смирнова М. Ю. Определение содержания железа и нитратов в яблоках, представленных на самарском потребительском рынке // NovaInfo. Ru. 2013. № 15. С. 3-8.

16. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 июня 2016 г. № 1364-р.
17. Терещенко С. Н. Классификация внекорневых заболеваний яблоневых культур методами компьютерного зрения // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13. № 3. С. 103-118. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2021-13-3-103-118>
18. Тимирханова Г. А., Абдуллина Г. М., Кулагина И. Г. Витамин С: классические представления и новые факты о механизмах биологического действия // Вятский медицинский вестник. 2007. № 4. С. 158-161.
19. Тхагушев Н.А. Адыгейские (черкесские) сорта яблони и груши. Майкоп: Адыгнациздаг. 1948. 144 с.
20. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. член-корр. МАИ, проф. И. М. Скурихина и академика РАМН, проф. В. А. Тутельяна. М.: ДеЛи принт. 2002. 236 с.
21. Хоконова М. Б., Машуков А. О. Изучение химического состава и продуктов окисления яблок в условиях регулируемой атмосферы // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. ВМ Кокова. 2020. № 3 (29). С. 17-21.
22. Цикуниб А. Д., Османи С. А., Уджуху З. Ю. Контаминация плодоовощной продукции, произведенной и реализуемой в Республике Адыгея, остаточными количествами фосфорорганических пестицидов // АПК России. 2023. Т. 30, № 1. С. 41-46. <https://doi.org/10.55934/2587-8824-2023-30-1-41-46>
23. Ярошенко О. В., Попова В. П. Формирование химического состава и товарных качеств плодов яблони в условиях интенсивных технологий возделывания // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК–продукты здорового питания. 2016. №. 5 (13). С. 15-23.
24. Bizjak J. Slatnar, A., Stampar, F., Veberic, R. Changes in quality and biochemical parameters in 'Idared' apples during prolonged shelf life and 1-MCP treatment // Food science and technology international. 2012. Т. 18. № 6. С. 569-577.
25. Borodulina I. D. Nutrients content in fruits of varieties and hybrids of guelder rose (*viburnum opulus L.*) in conditions of the Western Siberian South // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2022. Vol. 14. No. 2. P. 36-51. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2022-14-2-36-51>
26. Burns K. L. W., Stanley D. A. The importance and value of insect pollination to apples: A regional case study of key cultivars // Agriculture, Ecosystems & Environment. 2022. Т. 331. С. 107911.

27. Coseteng M. Y., Lee C. Y. Changes in apple polyphenoloxidase and polyphenol concentrations in relation to degree of browning // *Journal of Food Science*. 1987. T. 52. № 4. C. 985-989.
28. Ghinea C., Prisacaru A. E., Leahu A. Physico-Chemical and Sensory Quality of Oven-Dried and Dehydrator-Dried Apples of the Starkrimson, Golden Delicious and Florina Cultivars // *Applied Sciences*. 2022. T. 12. № 5. C. 2350.
29. Hatoum D., Annaratone, C., Hertog, M. L. A. T. M., Geeraerd, A. H., & Nicolai, B. M. Targeted metabolomics study of ‘Braeburn’ apples during long-term storage // *Postharvest Biology and Technology*. 2014. T. 96. C. 33-41.
30. Ioannou I., Ghoul M. Prevention of enzymatic browning in fruit and vegetables // *European Scientific Journal*. 2013. T. 9. № 30. <https://core.ac.uk/download/pdf/236407761.pdf>
31. Lee J., Mattheis J. P., Rudell D. R. Antioxidant treatment alters metabolism associated with internal browning in ‘Braeburn’ apples during controlled atmosphere storage // *Postharvest Biology and Technology*. 2012. T. 68. C. 32-42.
32. Petkova N. Bileva, T., Valcheva, E., Dobrevska, G., Grozeva, N., Todorova, M., & Popov, V. Bioactive compounds and antioxidant activity in apple fruits cultivar Florina // *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2019. T. 25. № 3. C. 13-18.
33. Reig G., Donahue D. J., Jentsch P. The efficacy of four sunburn mitigation strategies and their effects on yield, fruit quality, and economic performance of Honeycrisp cv. Apples under Eastern New York (USA) Climatic Conditions // *International Journal of Fruit Science*. 2020. T. 20. № 3. C. 541-561.
34. Skendrović Babojević M., Ivančić, K., Družić, J., Kovač, A., & Voća, S. Chemical and sensory characteristics of three apple cultivars (*Malus x domestica* Borkh.) // *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 2007. T. 72. №. 4. C. 317-322.
35. Toivonen P. M. A., Brummell D. A. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables // *Postharvest biology and technology*. 2008. T. 48. № 1. C. 1-14.

### **References**

1. Vasilev A.V., Manchuk V.T., Kasparov E.V., Prakhin E.I. Perspektivnye zadachi optimizatsii pitaniya na osnove sovremennykh metodov otsenki pishchevogo statusa i energotrat [Prospective tasks of optimization of nutrition based on modern methods of evaluating the nutritive status and energy expenditures]. *Voprosy Detskoi Dietologii* [The issue of child of dietology], 2010, vol. 8, no. 3, pp. 44-46.

2. Eliseeva S. A., Barsukova N. V., Sablina A. A. Vliyanie tovarovednykh kharakteristik sortov yablok na formirovanie potrebitel'skikh svoystv desertov [The effect of commodity characteristics of apples varieties on the formation of consumer properties of desserts]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [The Bulletin of KrasGAU], 2019, no. 9 (150), pp.113-120.
3. Kabalina D. V., Pershakova T. V., Lisovoy V. V., Mihailuta L. V. Izuchenie pokazateley kachestva i bezopasnosti yablok, rayonirovannykh v Krasnodarskom krae [Studying of indicators of quality and safety of apples, zoned in Krasnodar region]. *Tekhnologii pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti APK–produkty zdorovogo pitaniya* [Technologies for the food and processing industry of aic - healthy food], 2017, no. 5 (19), pp. 20-27.
4. Kantere V. M., Matison, V. A., Fomenko, M. A., Kryukova, E. V. Osnovnye metody sensornoy otsenki produktov pitaniya [Basic methods of sensory evaluation of food]. *Pishchevaya promyshlennost*, 2003, no. 10, pp. 6-13.
5. Makarkina M. A. *Sadovodstvo i vinogradarstvo*, 2009, no. 1, pp. 4-5.
6. Makarova N.V., Valiulina D.F. Analiz khimicheskogo sostava i antioksidantnykh svoystv yablok razlichnykh sortov [Analysis of the chemical composition and antioxidant properties of apples of different storage periods]. *Pishchevaya promyshlennost*, 2013, no. 3, pp. 32-35.
7. Makarova N. V., Valiulina D. F., Bakharev V. V. Antiokislitel'nye svoystva i khimicheskiy sostav zimnykh sortov yablok [Antioxidant properties and chemical composition of winter varieties of apples]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Pishchevaya tekhnologiya* [News of universities. Food Technology], 2012, vol. 329, no. 5-6, pp. 26-29.
8. Maksimova T. V, Nikulina, I. N., Pakhomov, V. P., Shkarina, E. I., Chumakova, Z. V., Arzamastsev, A. P. Sposob opredeleniya antiokislitel'noy aktivnosti. *Russian Federation Patent № 2170930*, 20.07.2001.
9. Mikhlin D.M., Bronovitskaya Z.S. *Biokhimiya*, 1949, vol. 14, no. 4, pp. 379-381.
10. On approval of recommendations on rational norms for the consumption of food substances and products that meet modern requirements for healthy nutrition: order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated August 19, 2016 No. 614. SPS ConsultantPs. Moscow, 2022.
11. Prichko T. G., Droficheva N. V. Ispol'zovanie perspektivnykh sortov yablok v tekhnologii proizvodstva produktov pitaniya s funktsional'noy znachimost'yu [Use of perspective varieties of apples in food technology with functional significance]. *Pishchevaya promyshlennost* [Food Industry], 2015, no. 1, pp. 26-28.
12. Rodina T. G. Sensornyy analiz kak sostavlyayushchaya tovarnoy ekspertizy pishchevykh produktov [Sensory analysis as a component of commodity exper-



- tise of food products]. *Mezhdunarodnaya trgovlya i torgovaya politika* [International Trade and Trade Policy], 2015, no. 1 (1), pp. 83-95.
13. Sedov E. N., Makarkina M. A. Biokhimicheskiy sostav i massa plodov v razlichnykh zonakh vyrashchivaniya yabloni [Biochemical composition and mass of fruit in different zones of apple cultivation]. *Agrarnyy vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2008, no. 5, pp. 22-25.
  14. Sozaeva D. R., Dzhaboeva A. S., Shaova, L. G., Tsagoeva, O. K. Soderzhanie pektinov v razlichnykh vidakh plodovykh kul'tur i ikh fiziko-khimicheskie svoystva [The pectin content in different types of fruit crops and their physicochemical characteristics]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy* [Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies], 2016, no. 2 (68), pp. 170-174.
  15. Stifatov B.M., Moshchenskaya E.Yu., Gaynutdinova E.Z., Smirnova M. Yu. *NovaInfo. Ru*, 2013, no. 15, pp. 3-8.
  16. Strategy to improve the quality of food products in the Russian Federation until 2030, approved by the Government of the Russian Federation Order No. 1364-r of June 29, 2016.
  17. Tereshchenko S. N. Klassifikatsiya vnekornevykh zabolevaniy yablonevykh kul'tur metodami komp'yuternogo zreniya [Apple crops foliar diseases classification by computer vision methods]. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2021, vol. 13, no. 3, pp. 103-118. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2021-13-3-103-118>
  18. Timirkhanova G. A., Abdullina G. M., Kulagina I. G. *Vyatskiy meditsinskiy vestnik*, 2007, no. 4, pp. 158-161.
  19. Tkhasushev N.A. *Adygeyskie (cherkesskie) sorta yabloni i grushi* [Adygean (Circassian) varieties of apple and pear]. Maikop: Adygnatsizdat, 1948. 144 p.
  20. *Khimicheskiy sostav rossiyskikh pishchevykh produktov: Spravochnik* [Chemical Composition of Russian Food Products: Reference Book]. Moscow: DeLi print, 2002, 236 p.
  21. Khokonova M. B., Mashukov A. O. Izuchenie khimicheskogo sostava i produktov oksileniya yablok v usloviyakh reguliruemoy atmosfery [Study of apple's chemical composition and oxidation products in conditions of a regulated atmosphere]. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta im. VM Kokova* [Izvestiya of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov], 2020, no. 3 (29), pp. 17-21.
  22. Tsikunib A. D., Osmani S. A., Udzhukhu Z. Yu. Kontaminatsiya plodoovoshchnoy produktsii, proizvedennoy i realizuemoy v Respublike Adygeya, ostatochnymi kolichestvami fosfororganicheskikh pestitsidov [Contamination of

- fruits and vegetables produced and sold in the Republic of Adygea, by residual amounts of organophosphorus pesticides]. *APK Rossii* [Agro-Industrial Complex of Russia], 2023, vol. 30, no. 1, pp. 41-46. <https://doi.org/10.55934/2587-8824-2023-30-1-41-46>
23. Yaroshenko O. V., Popova V. P. Formirovanie khimicheskogo sostava i tovarnykh kachestv plodov yabloni v usloviyakh intensivnykh tekhnologiy vozdevlyaniya [Formation of chemical composition and commodity qualities of fruits of apple tree under the conditions of the intensive technologies of the cultivation]. *Tekhnologii pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti APK–produkty zdorovogo pitaniya* [Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex – healthy food products], 2016, no. 5 (13), pp. 15-23.
  24. Bizjak J. Slatnar, A., Stampar, F., Veberic, R. Changes in quality and biochemical parameters in ‘Idared’ apples during prolonged shelf life and 1-MCP treatment. *Food science and technology international*, 2012, vol. 18, no. 6, pp. 569-577.
  25. Borodulina I. D. Nutrients content in fruits of varieties and hybrids of guelder rose (*viburnum opulus* L.) in conditions of the Western Siberian South. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2022, vol. 14, no. 2, pp. 36-51. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2022-14-2-36-51>
  26. Burns K. L. W., Stanley D. A. The importance and value of insect pollination to apples: A regional case study of key cultivars. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2022, vol. 331, p. 107911.
  27. Coseteng M. Y., Lee C. Y. Changes in apple polyphenoloxidase and polyphenol concentrations in relation to degree of browning. *Journal of Food Science*, 1987, vol. 52, no. 4, pp. 985-989.
  28. Ghinea C., Prisacaru A. E., Leahu A. Physico-Chemical and Sensory Quality of Oven-Dried and Dehydrator-Dried Apples of the Starkrimson, Golden Delicious and Florina Cultivars. *Applied Sciences*, 2022, vol. 12, no. 5, p. 2350.
  29. Hatoum D., Annaratone, C., Hertog, M. L. A. T. M., Geeraerd, A. H., & Nicolai, B. M. Targeted metabolomics study of ‘Braeburn’ apples during long-term storage. *Postharvest Biology and Technology*, 2014, vol. 96, pp. 33-41.
  30. Ioannou I., Ghoul M. Prevention of enzymatic browning in fruit and vegetables. *European Scientific Journal*, 2013, vol. 9, no. 30. <https://core.ac.uk/download/pdf/236407761.pdf>
  31. Lee J., Mattheis J. P., Rudell D. R. Antioxidant treatment alters metabolism associated with internal browning in ‘Braeburn’ apples during controlled atmosphere storage. *Postharvest Biology and Technology*, 2012, vol. 68, pp. 32-42.
  32. Petkova N. Bileva, T., Valcheva, E., Dobrevska, G., Grozeva, N., Todorova, M., & Popov, V. Bioactive compounds and antioxidant activity in apple fruits

- cultivar Florina. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 2019, vol. 25, no. 3, pp. 13-18.
33. Reig G., Donahue D. J., Jentsch P. The efficacy of four sunburn mitigation strategies and their effects on yield, fruit quality, and economic performance of Honeycrisp cv. Apples under Eastern New York (USA) Climatic Conditions. *International Journal of Fruit Science*, 2020, vol. 20, no. 3, pp. 541-561.
34. Skendrović Baboječić M., Ivančić, K., Družić, J., Kovač, A., & Voća, S. Chemical and sensory characteristics of three apple cultivars (*Malus x domestica* Borkh.). *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 2007, vol. 72, no. 4, pp. 317-322.
35. Toivonen P. M. A., Brummell D. A. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. *Postharvest biology and technology*, 2008, vol. 48, no. 1, pp. 1-14.

### **ВКЛАД АВТОРОВ**

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку статьи для публикации.

### **AUTHOR CONTRIBUTIONS**

The authors contributed equally to this article.

### **ДАнные ОБ АВТОРАХ**

**Цикуниб Аминет Джахфаровна**, д-р биол. наук, профессор, заведующая кафедрой химии, заведующая лабораторией нутрициологии, экологии и биотехнологии НИИ КП АГУ  
*Адыгейский государственный университет*  
*ул. Первомайская, 208, г. Майкоп, 38500, Российская Федерация*  
*cikunib58@mail.ru*

**Демченко Юлия Александровна**, канд. техн. наук, доцент кафедры химии, эксперт-биохимик лаборатории нутрициологии, экологии и биотехнологии НИИ КП АГУ  
*Адыгейский государственный университет*  
*ул. Первомайская, 208, г. Майкоп, 38500, Российская Федерация*  
*jesi-001@mail.ru*

**Езлю Фатима Нурбиевна**, старший преподаватель кафедры химии, эксперт НИИ КП АГУ  
*Адыгейский государственный университет*

*ул. Первомайская, 208, г. Майкоп, 38500, Российская Федерация  
fatma1609@yandex.ru*

**Павлюченко Светлана Андреевна**, старший преподаватель кафедры химии, эксперт-биохимик лаборатории нутрициологии, экологии и биотехнологии НИИ КП АГУ

*Адыгейский государственный университет*

*ул. Первомайская, 208, г. Майкоп, 38500, Российская Федерация  
s.pavluchenko@adygnet.ru*

**Османи Сумейя Абединовна**, эксперт-нутрициолог лаборатории и нутрициологии, экологии и биотехнологии НИИ КП АГУ

*Адыгейский государственный университет*

*ул. Первомайская, 208, г. Майкоп, 38500, Российская Федерация  
sumeya.osmani@yandex.ru*

#### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Aminet D. Tsikunib**, Dr. Sc. (Biology), Professor, Head of the Laboratory of Nutrition, Ecology and Biotechnology

*Adyghe State University*

*208, Pervomaiskaya Str., Maykop, 38500, Russian Federation*

*cikunib58@mail.ru*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7491-0539>*

*SPIN-code: 6050-3432*

*Scopus Author ID: 6506101548*

**Yulia A. Demchenko**, Associate Professor, Ph.D. of Engineering Sciences, expert-biochemist of the Laboratory of Nutrition, Ecology and Biotechnology

*Adyghe State University*

*208, Pervomaiskaya Str., Maykop, 38500, Russian Federation*

*jesi-001@mail.ru*

*SPIN-code: 2733-2760*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3033-1145>*

**Fatima N. Ezlyu**, Senior Lecturer, Department of Chemistry, expert

*Adyghe State University*

*208, Pervomaiskaya Str., Maykop, 38500, Russian Federation*

*fatma1609@yandex.ru*

*SPIN-code: 4757-6643*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6693-6632>*

**Svetlana A. Pavliuchenko**, Senior Lecturer, Department of Chemistry, expert biochemist of the Laboratory of Nutrition, Ecology and Biotechnology

*Adyghe State University*

*208, Pervomaiskaya Str., Maykop, 38500, Russian Federation*

*s.pavluchenko@adygnet.ru*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2167-4763>*

*SPIN-code: 7811-5876*

**Sumeya A. Osmani**, expert-nutritionist of the Laboratory of Nutrition, Ecology and Biotechnology

*Adyghe State University*

*208, Pervomaiskaya Str., Maykop, 38500, Russian Federation*

*sumeya.osmani@yandex.ru*

Поступила 30.04.2023

После рецензирования 16.05.2023

Принята 30.05.2023

Received 30.04.2023

Revised 16.05.2023

Accepted 30.05.2023