

СОДЕРЖАНИЕ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ПЛОДАХ ЛЕТНИХ СОРТОВ ЯБЛОНИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОДВОЯ И МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА

Анна Мионовна Галашева, кандидат сельскохозяйственных наук
Маргарита Алексеевна Макаркина, доктор сельскохозяйственных наук
Оксана Альфредовна Ветрова, кандидат сельскохозяйственных наук
Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур,
д. Жилина, Орловская область, Россия
E-mail: anna-galashева@mail.ru

Аннотация. Один из показателей качества плодов – химический состав, который зависит от сорта, условий выращивания, степени зрелости и других факторов. Он варьирует у менее стабильных сортов при резких изменениях погодных условий вегетационного периода. В яблоках содержится витамин-антиоксидант – аскорбиновая кислота (10–15 мг/100 г). Важное значение имеет правильный подбор привойно-подвойных комбинаций, так как подвой влияет на процессы метаболизма, происходящие в плодовой растении, в том числе и на химический состав плодов. Объекты исследования – летние сорта яблони Орлинка, Яблочный Спас на различных типах подвоев (вегетативно размноженный 62-396 и интеркалярные 62-396 и 3-17-38), выращенные на участке сортоизучения ФГБНУ ВНИИСПК. Установлено, что наибольшее влияние оказывали метеорологические условия вегетационного периода. Максимальное содержание аскорбиновой кислоты наблюдали в год с избыточным увлажнением во время активного развития завязи и засухой при созревании плодов. Проведя сравнительную характеристику сортов Яблочный Спас и Орлинка на клоновом подвое 62-396 и карликовых интеркалярах (62-396, 3-17-38) по содержанию аскорбиновой кислоты в плодах выявили, что существенных различий между привойно-подвойными комбинациями и сортами нет.

Ключевые слова: яблоня, сорт, подвой, интеркаляр, аскорбиновая кислота

ASCORBIC ACID CONTENT IN SUMMER APPLE TREE VARIETIES FRUIT DEPENDING OF ROOTSTOCK AND METROLOGICAL CONDITIONS OF VEGETABLE PERIOD

A.M. Galasheva, PhD in Agricultural Sciences
M.A. Makarkina, Grand PhD in Agricultural Sciences
O.A. Vetrova, PhD in Agricultural Sciences
Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Zhilin village, Oryol region, Russia
E-mail: anna-galashева@mail.ru

Abstract. One of the quality indicators of fruits is their chemical composition, which depends on the cultivar, growing conditions, degree of maturity and a number of other factors. It varies in less stable cultivars with sudden changes in the weather conditions of the growing season. Apples contain one of the important antioxidant vitamins – ascorbic acid. In the temperate zone of horticulture, the average content of ascorbic acid in apple fruits is 10–15 mg/100 g. The correct selection of graft-rootstock combinations is important, since the rootstock affects the metabolic processes occurring in the fruit plant, including the chemical composition of the fruit. The objects of the studies were summer apple cultivars Orlinka and Yablochny Spas on various types of rootstocks – vegetatively propagated 62-396 and intercalary 62-396 and 3-17-38, grown at the site of variety studies at the Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK). As a result of the conducted five-year studies, it was found that the meteorological conditions of the growing season had the greatest influence. The maximum content of ascorbic acid was observed in a year with excessive moisture during the active formation and development of the ovary and with drought during fruit ripening. Having conducted a comparative characterization of Yablochny Spas and Orlinka on clone rootstock 62-396 and dwarf intercalaries 62-396 and 3-17-38 in terms of ascorbic acid content in fruits, it was revealed that there were no significant differences between graft-rootstock combinations and cultivars.

Keywords: apple, cultivar, rootstock, intercalaries, ascorbic acid

Яблоня – ведущая плодовая культура Европейской части России, ее плоды богаты биологически активными веществами и оказывают лечебно-профилактическое действие на организм человека. В Государственном реестре селекционных достижений РФ, допущенных к использованию, находится более 450 сортов яблони, 90 из которых получены во Всероссийском НИИ селекции плодовых культур под руководством академика РАН Е.Н. Седова. ВНИИСПК – одно из главных селекционных учреждений по созданию сортов

яблони в России. [13] Идеальный современный сорт должен быть урожайным, пригодным для выращивания в широком зональном диапазоне, технологичным (механизованное выращивание и сбор урожая) и иметь высокое качество плодов. [10]

Химический состав плодов зависит от сорта, условий выращивания, степени зрелости и других факторов. [2, 16] Он варьирует у менее стабильных сортов при резких изменениях погодных условий вегетационного периода. [11] Один из витаминов-

антиоксидантов, содержащихся в яблоках, – аскорбиновая кислота, которая накапливается только в растениях. Ее основное физиологическое значение для живого организма – участие в окислительно-восстановительных процессах. При ее недостатке нарушаются процессы азотистого обмена, понижается степень использования белка. Аскорбиновая кислота – поставщик водорода для образования ядерной ДНК в протоплазме крови. [1, 4, 6, 7, 20, 22]

Кроме метеоусловий года на накопление аскорбиновой кислоты в плодах влияет зона выращивания. Отмечено уменьшение ее содержания в плодах яблони с севера на юг и с запада на восток. Такая закономерность присуща одним и тем же сортам, выращенным в различных почвенно-климатических условиях. [5, 21, 23, 24] Яблоки содержат до 40 мг/100 г аскорбиновой кислоты, в средней зоне садоводства – 10...15 мг/100 г. [12]

Важное значение имеет правильный подбор привойно-подвойных комбинаций, так как от подвоя зависят процессы метаболизма, происходящие в растении, и химический состав плодов. [3, 5, 15, 17]

Цель работы – изучить влияния различных подвоев на накопление аскорбиновой кислоты в плодах яблони.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследованы летние сорта яблони *Орлинка*, *Яблочный Спас* на различных типах подвоев (вегетативно размноженный 62-396, интеркалярные 62-396 и 3-17-38), выращенные на участке сортоизучения ВНИИСПК. Год посадки – 2011, схема – 5×2 м, повторность – трехкратная, по 10 деревьев в каждой.

Содержание аскорбиновой кислоты в плодах определяли в лаборатории биохимической и технологической оценки сортов ВНИИСПК методом титрования щавелевокислых вытяжек краской Тильманса (2,6-дихлорфенолиндофенол). [9, 14]

Был рассчитан гидротермический коэффициент (ГТК) по Селянину – величина условного баланса влаги за определенный период в виде отношения приходной его части (осадки) к расходной (испарение). ГТК в пределах 1,0...1,4 характеризует оптимальное увлажнение, более 1,4 – избыточное, менее 1,0 – недостаточное. [19]

Данные статистически обрабатывали методом дисперсионного анализа в программе MS Excel. [8]

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Химический состав плодов в значительной мере определяется метеоусловиями во время их формирования, роста и созревания. При рассмотрении влияния температуры и влажности необходимо обращать внимание на совокупность этих факторов, часто решающим становится тот, который находится в минимуме. [18]

Содержание аскорбиновой кислоты в плодах – 10,1 мг/100 г (*Яблочный Спас*) и 11,0 мг/100 г (*Орлинка*), в среднем по всем вариантам опыта.

Погодные условия вегетационного периода исследуемых лет различались. В мае и июне 2018 года в фазе цветения, формирования и начала развития завязи погодные условия были засушливые: при

максимальной температуре воздуха 31,0 и 32,5°C количество осадков составило 31,4 и 18,2 мм, что негативно отразилось на ГТК этих месяцев – 0,62 и 0,34 соответственно (табл. 1).

Июль (время развития плодов) оказался избыточно увлажненным: сумма осадков – 119,9 мм, активных температур – 615,7°C, ГТК = 1,95. В августе было недостаточное увлажнение (ГТК = 0,20), максимальная температура воздуха – 31,1°C, средняя – 18,4°C, сумма осадков – 11,2 мм.

Наибольшее накопление аскорбиновой кислоты в плодах отмечено у сортов *Яблочный Спас* и *Орлинка*, привитых на клоновом подвое 62-396, и *Орлинка* на интеркаляре 62-396 – 15,0 мг/100 г.

В 2018 году существенных различий между сортами и привойно-подвойными комбинациями не отмечено.

Содержание аскорбиновой кислоты в плодах обоих сортов во всех вариантах опыта было минимальным в 2019 и 2020 годах. Вегетационные периоды этих лет характеризуются переувлажнением в мае, недостатком влаги в июне, при максимальной температуре воздуха 31,5°C в 2019 году и 32,0°C – 2020. Метеоусловия в другие месяцы были различны.

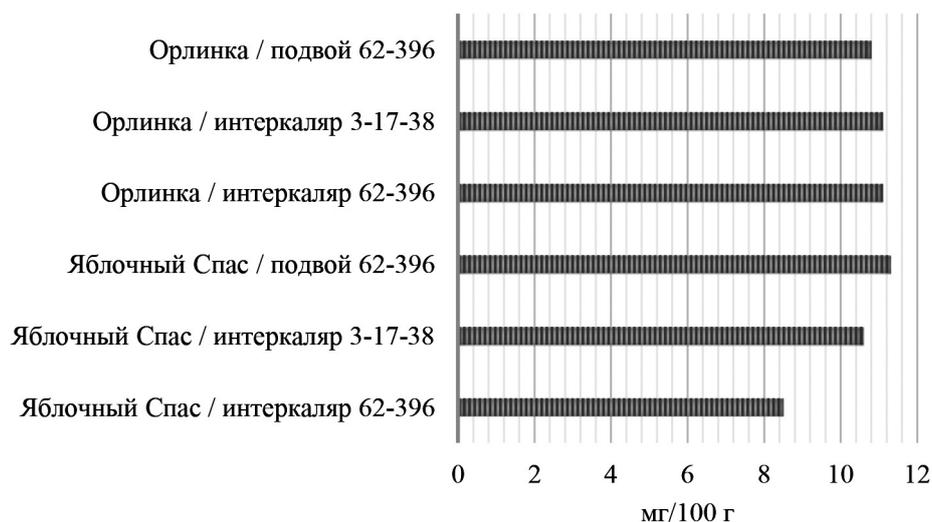
Максимальное накопление аскорбиновой кислоты в плодах наблюдали в 2021 году: 19,5 мг/100 г (*Яблочный Спас*) и 17,0 мг/100 г (*Орлинка*), в среднем по сорту и в зависимости от подвойной формы – 22,4 мг/100 г (*Яблочный Спас* на интеркаляре 62-396) и 22,9 мг/100 г (*Орлинка* на 3-17-38). Влажные и температурные условия во время цветения и формирования завязи (май) были благоприятные, при оптимальном значении ГТК – 1,46 (табл. 1).

Таблица 1.
Гидротермический коэффициент вегетационного периода по годам

Месяц	Гидротермический коэффициент				
	2018	2019	2020	2021	2022
Май	0,62	1,76	1,90	1,46	1,13
Июнь	0,33	0,34	0,7	1,69	0,74
Июль	1,95	0,92	1,84	0,56	1,20
Август	0,20	1,03	0,46	0,46	0,46

Таблица 2.
Содержание аскорбиновой кислоты в плодах яблони по годам

Сорт, А	Интеркаляр, подвой, В	Содержание аскорбиновой кислоты, мг/100 г					среднее
		2018	2019	2020	2021	2022	
<i>Яблочный Спас</i>	интеркаляр 62-396	6,2	1,8	5,3	22,4	7,0	8,5
	интеркаляр 3-17-38	10,6	4,4	7,0	19,4	11,4	10,6
	подвой 62-396	15,0	2,6	6,2	16,7	15,8	11,3
	среднее	10,6	2,9	6,2	19,5	11,4	10,1
<i>Орлинка</i>	интеркаляр 62-396	15,0	7,0	8,8	17,6	7,0	11,1
	интеркаляр 3-17-38	8,8	5,3	3,5	22,9	14,9	11,1
	подвой 62-396	15,0	–	7,0	10,6	10,6	10,8
	среднее	12,9	6,2	6,4	17,0	10,8	11,0
HCP ₀₅							AB=Fφ<Fт; B=Fφ<Fт; AB=Fφ<Fт



Содержание аскорбиновой кислоты у летних сортов яблони на клоновом подвое 62-396 и интеркалярных, карликовых подвоях 62-396, 3-17-38, среднее за 2018-2022 годы.

В июне количество выпавших осадков (99,6 мм) немного превышало среднегодовые показатели (65,1 мм), ГТК = 1,69 указывает на небольшое переувлажнение, при максимальной температуре воздуха 35°C. Июль и август были сухие, ГТК = 0,56 и 0,46 (недостаточное увлажнение) соответственно. Наиболее высокое содержание аскорбиновой кислоты выявили на интеркалярных подвоях 62-396 и 3-17-38 у сорта *Яблочный Спас* (22,4, 19,4 мг/100 г) и *Орлинка* (17,6, 22,9), низкое – на клоновом подвое 62-396 у обоих сортов – 16,7 и 10,6 мг/100 г соответственно.

Погодные условия вегетационного периода 2022 года на накопление аскорбиновой кислоты в яблоках оказали влияние в меньшей степени. Ее содержание в плодах не достигло уровня 2021 года, но было выше, чем в 2019 и 2020. В 2022 году оптимальные температурно-влажностные условия отмечены в мае и июле, ГТК = 1,13 и 1,20 соответственно, в июне и августе наблюдали недостаточное количество осадков: 42,6 мм – в июне (ГТК = 0,74), 29,2 мм – августе (ГТК = 0,46). В то же время между минимальным значением содержания аскорбиновой кислоты в плодах и максимальным есть разница, которая статистически не подтверждается: у сорта *Яблочный Спас* на клоновом подвое 62-396 – 15,8 мг/100 г, интеркаляре 62-396 – 7,0, *Орлинка* на интеркаляре 3-17-38 – 14,9, 62-396 – 7,0 мг/100 г (табл. 2).

За пять лет достоверной разницы по содержанию аскорбиновой кислоты в плодах между вариантами не найдено (см. рисунок).

Выводы. Установлено, что наибольшее влияние на накопление аскорбиновой кислоты в плодах яблони оказывали метеорологические условия вегетационного периода. Максимальное ее содержание наблюдали в год с избыточным увлажнением во время активного развития завязи и засухой при созревании плодов.

Проведя сравнительную характеристику сортов *Яблочный Спас* и *Орлинка* на клоновом подвое 62-396, карликовых интеркалярах 62-396 и 3-17-38 по содержанию аскорбиновой кислоты в плодах выявили, что существенных различий между привоино-подвойными комбинациями и сортами нет.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Акимов М.Ю., Макаров В.Н., Жбанова Е.В. Роль плодов и ягод в обеспечении человека жизненно важными биологически активными веществами // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 2. С. 56–60. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10214.
- Ахмедов Ш.М. Изучение химического состава плодов яблони разных эколого-географических групп // Американский журнал сельского хозяйства и биомедицинской инженерии. 2020. Т. 2. № 11. С. 94–100. DOI: 10.37547/tajabe/Volume02Issue11-18.
- Бабинцева Н.А., Горб Н.Н. Влияние садовых конструкций на длительность хранения плодов яблони (*malus domestica* Borkh.) в предгорной зоне Крыма // Биология растений и садоводство: теория, инновации. 2017. № 144-2. С. 9–15. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29937553>
- Борец В.М. Витамины и сердечно-сосудистые заболевания. Минск: Беларусь, 1984. 112 с.
- Галашева А.М., Красова Н.Г., Макаркина М.А. Биохимическая оценка плодов сортов яблони на слаборослых вставочных подвоях. Селекция и сорторазведение садовых культур: сборник. Орел: VNIISPK. 2007. С. 47–54.
- Горбачев В.В., Горбачева В.Н. Витамины, микро- и макроэлементы: справочник. Минск: Книжный Дом; Интерпрессервис, 2002. 544 с.
- Гудковский В.А. Антиокислительные (целебные) свойства плодов и ягод и прогрессивные методы их хранения // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. 2001. № 4. С. 13–19.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Книга по Требованию. 2013. 349 с.
- Ермаков А.Е. Методы биохимических исследований растений. Л.: Агропромиздат. 1987. 430 с.
- Куликов И.М., Бурменко Ю.В., Свистунова Н.Ю. и др. Адаптированная к региону модель идеального сорта яблок *Malus × domestica* Borkh для промышленного выращивания в европейской части России // Сельское хозяйство. 2022. 12 (12). С. 21–24. DOI: 10.3390/agriculture12122124.
- Павел А.Р. Содержание аскорбиновой кислоты и особенности ее накопления в плодах иммунных к парше

- сортов яблони селекции ВНИИСПК // Современное садоводство. 2012. № 1 (4). С. 14–19. <https://journal-vniispk.ru/pdf/2012/1/3.pdf>
12. Седов Е.Н., Макаркина М.А., Серова З.М., Янчук Т.В. Результаты селекции яблони на улучшение биохимического состава плодов // Вестник российской сельскохозяйственной науки. (2019). № 3. С. 42–47. DOI: 10.30850/vrsn/2019/3/42-47.
 13. Седов Е.Н., Янчук Т.В., Корнеева С.А. Краткие итоги и перспективы селекции яблони во ВНИИСПК // Аграрная наука. 2021. № 10. С. 90–92. DOI: 10.32634/0869-8155-2021-353-10-90-93.
 14. Седова З.А., Леонченко В.Г., Астахов А.И. Оценка сортов по химическому составу плодов. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: ВНИИСПК. 1999. С. 160–167.
 15. Сотник А.И., Танкевич В.В. Влияние подвоев на биохимические и технологические характеристики сортов яблони в Крыму // Плодоводство и ягодоводство России. 2018. Т. 53. С. 82–87. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35325869>
 16. Тарова З.Н., Бобрович А.В., Борисова О.А. Биохимические показатели плодов яблони в условиях промышленного сада ООО «Сады старой Руссы». Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2022. 1. С. 98–103. DOI: 10.24412/2311-6447-2022-1-98-103.
 17. Туткин Г.А., Макаркина М.А. Биохимическая оценка плодов иммунных к парше сортов яблони в зависимости от подвоя // Вестник аграрной науки. 2009. Т. 18. № 3. С. 38–40. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12380199>
 18. Ульянова Д.А. Влияние погодных условий на накопление витамина С и антоцианов в ягодах черной смородины и крыжовника // Докл. ТСХА. 1967. Вып. 132. С. 265–271.
 19. Ханин В.Ф., Ханина Н.П. Зависимость содержания Р-активных веществ и витамина С в ягодах черной смородины в зависимости от гидротермического режима вегетации. Бюллетень научной информации ЦГЛ. 1990. Вып. 49. С. 42–48.
 20. Iqbal K., Khan A., Khattak M. Biological significance of ascorbic acid (vitamin C) in human health-a review // Pakistan Journal of Nutrition. 2004. Т. 3. № 1. С. 5–13. DOI: 10.3923/pjn.2004.5.13.
 21. Kowitcharoen L., Wongs-Aree C., Setha S. et al. Pre-harvest drought stress treatment improves antioxidant activity and sugar accumulation of sugar apple at harvest and during storage // Agriculture and Natural Resources. 2018. Vol. 52 (2). P. 146–154. DOI: 10.1016/j.anres.2018.06.003.
 22. Levine M., Padayatty S.J., Espey M.G. Vitamin C: A Concentration-Function Approach Yields Pharmacology and Therapeutic Discoveries // Advances in Nutrition. Vol. 2. Issue 2. 01 March 2011. P. 78–88. DOI: 10.3945/an.110.000109.
 23. Li B. Sh., Tong Y., Cui R., Wang R. 4R Potassium Management in Apple Production in North China // Better Crops with Plant Food. 2017. Vol. 101 (1). P. 4–6.
 24. Saveleva N., Borzykh N., Chivilev V. et al. Biochemical composition of scab-immune apple fruits varieties (*Malus domestica* B.) as a valuable component of healthy dietary. BIO Web Conf. II Международный симпозиум “Инновации в науках о жизни” (ILS 2020) Том 30. 2021. DOI: 10.1051/bioconf/20213001018.
- ## REFERENCES
1. Akimov M.Yu., Makarov V.N., Zhanova E.V. Rol' plodov i yagod v obespechenii cheloveka zhiznenno vazhnyimi biologicheskimi aktivnymi veshchestvami // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2019. Т. 33. № 2. S. 56–60. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10214.
 2. Ahmedov Sh.M. Izuchenie himicheskogo sostava plodov yablони raznykh ekologo-geograficheskikh grupp // Amerikanskij zhurnal sel'skogo hozyajstva i biomedicinskoj inzhenerii. 2020. Т. 2. № 11. S. 94–100. DOI: 10.37547/tajabe/Volume02Issue11-18.
 3. Babinceva N.A., Gorb N.N. Vliyanie sadovykh konstrukcij na dlitel'nost' hraneniya plodov yablони (malus domestica Borkh.) v predgornoj zone Kryma // Biologiya rastenij i sadovodstvo: teoriya, innovacii. 2017. № 144-2. S. 9–15. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29937553>
 4. Borec V.M. Vitaminy i serdechno-sosudistye zabolevaniya. Minsk: Belarus', 1984. 112 s.
 5. Galasheva A.M., Krasova N.G., Makarkina M.A. Biokhimicheskaya ocenka plodov sortov yablони na slaboroslykh vstavochnykh podvoyah. Selekcija i sortorazvedenie sadovykh kul'tur: sbornik. Орел: VNIISPK. 2007. S. 47–54.
 6. Gorbachev V.V., Gorbacheva V.N. Vitaminy, mikro- i makroelementy: spravochnik. Minsk: Knizhnyj Dom; Interpresservis, 2002. 544 s.
 7. Gudkovskij V.A. Antiokislitel'nye (celebnye) svoystva plodov i yagod i progressivnye metody ih hraneniya // Hranenie i pererabotka sel'skohozyajstvennogo syr'ya. 2001. № 4. S. 13–19.
 8. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta: s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij. M.: Kniga po Trebovaniyu. 2013. 349 s.
 9. Ermakov A.E. Metody biokhimicheskikh issledovanij rastenij. L.: Agropromizdat. 1987. 430 s.
 10. Kulikov I.M., Burmenko Yu.V., Svistunova N.Yu. i dr. Adaptirovannaya k regionu model' ideal'nogo sorta yablok Malus × domestica Borkh dlya promyshlennogo vyrashchivaniya v evropejskoj chasti Rossii // Sel'skoe hozyajstvo. 2022. 12 (12). S. 21–24. DOI: 10.3390/agriculture1212124.
 11. Pavel A.R. Soderzhanie askorbinovoj kisloty i osobennosti ee nakopleniya v plodah immunnykh k parshe sortov yablони selekcii VNIISPK // Sovremennoe sadovodstvo. 2012. № 1 (4). S. 14–19. <https://journal-vniispk.ru/pdf/2012/1/3.pdf>
 12. Sedov E.N., Makarkina M.A., Serova Z.M., Yanchuk T.V. Rezul'taty selekcii yablони na uluchshenie biokhimicheskogo sostava plodov // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. (2019). № 3. S. 42–47. DOI: 10.30850/vrsn/2019/3/42-47.
 13. Sedov E.N., Yanchuk T.V., Korneeva S.A. Kраткие итоги i perspektivy selekcii yablони vo VNIISPK // Agrarnaya nauka. 2021. № 10. S. 90–92. DOI: 10.32634/0869-8155-2021-353-10-90-93.
 14. Sedova Z.A., Leonchenko V.G., Astahov A.I. Ocenka sortov po himicheskому sostavu plodov. Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur. Орел: VNIISPK. 1999. S. 160–167.
 15. Sotnik A.I., Tankevich V.V. Vliyanie podvov na biokhimicheskie i tekhnologicheskie harakteristiki sortov yablони v Krymu // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2018. Т. 53. S. 82–87. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35325869>
 16. Tarova Z.N., Bobrovich A.V., Borisova O.A. Biokhimicheskie pokazateli plodov yablони v usloviyah promyshlennogo

- nogo sada OOO "Sady staroj Russy". Tekhnologii pishchevoj i pererabatyvayushchej promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya. 2022. 1. S. 98–103. DOI: 10.24412/2311-6447-2022-1-98-103.
17. Tutkin G.A., Makarkina M.A. Biohimicheskaya ocenka plodov immunnyh k parshe sortov yabloni v zavisimosti ot podvoya // Vestnik agrarnoj nauki. 2009. T. 18. № 3. S. 38–40. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12380199>
 18. Ul'yanova D.A. Vliyanie pogodnyh uslovij na nakoplenie vitamina S i antocianov v yagodah chernoj smorodiny i kryzhovnika // Dokl. TSKHA. 1967. Vyp. 132. S. 265–271.
 19. Hanin V.F., Hanina N.P. Zavisimost' sodержaniya R-aktivnyh veshchestv i vitamina S v yagodah chernoj smorodiny v zavisimosti ot gidrotermicheskogo rezhima vegetacii. Byulleten' nauchnoj informacii CGL. 1990. Vyp. 49. S. 42–48.
 20. Iqbal K., Khan A., Khattak M. Biological significance of ascorbic acid (vitamin C) in human health—a review // Pakistan Journal of Nutrition. 2004. T. 3. № 1. S. 5–13. DOI: 10.3923/pjn.2004.5.13.
 21. Kowitcharoen L., Wongs-Aree C., Setha S. et al. Pre-harvest drought stress treatment improves antioxidant activity and sugar accumulation of sugar apple at harvest and during storage // Agriculture and Natural Resources. 2018. Vol. 52 (2). P. 146–154. DOI: 10.1016/j.anres.2018.06.003.
 22. Levine M., Padayatty S.J., Espey M.G. Vitamin C: A Concentration-Function Approach Yields Pharmacology and Therapeutic Discoveries // Advances in Nutrition. Vol. 2. Issue 2. 01 March 2011. P. 78–88. DOI: 10.3945/an.110.000109.
 23. Li B. Sh., Tong Y., Cui R., Wang R. 4R Potassium Management in Apple Production in North China // Better Crops with Plant Food. 2017. Vol. 101 (1). P. 4–6.
 24. Saveleva N., Borzykh N., Chivilev V. et al. Biochemical composition of scab-immune apple fruits varieties (*Malus domestica* B.) as a valuable component of healthy dietary. BIO Web Conf. II Mezhdunarodnyj simpozium "Innovacii v naukah o zhizni" (ILS 2020) Tom 30. 2021. DOI: 10.1051/bioconf/20213001018.

Поступила в редакцию 19.05.2023

Принята к публикации 02.06.2023