
Научная статья/Research Article

УДК 581.19:634.13

DOI: 10.36718/1819-4036-2023-3-58-64

Алиса Евгеньевна Мишко^{1✉}, Анна Васильевна Клюкина², Вадим Валерьевич Вялков³

^{1,2,3}Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, Краснодар, Россия

¹mishko-alisa@mail.ru

²anna.klyukina.95@list.ru

³935346@bk.ru

СОДЕРЖАНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ЛИСТЬЯХ ГРУШИ РАЗНЫХ СОРТОВ

Цель исследования – определить содержание фенольных соединений в листьях разных сортов груши в течение летнего периода на территории плодовых насаждений Краснодарского края. Исследования были проведены в Прикубанской зоне садоводства Краснодарского края в 2021–2022 гг. на базе генетической коллекции центра коллективного пользования «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» (СКФНЦСВВ). Объектами исследования являлись четыре сорта груши, привитые на подвое ВА-29: два интродуцированных сорта Вильямс и Конференция и два сорта отечественной селекции Фламенко и Люберская (селекция СКФНЦСВВ). Определено содержание общих фенолов, флавоноидов и малонового диальдегида общепринятыми методами. Последний показатель использован в качестве маркера стрессового состояния. В первый год исследования все сорта имели одинаковую динамику содержания общих фенолов, флавоноидов и малонового диальдегида. По мере быстрого увеличения малонового диальдегида повышались концентрации фенольных соединений. На втором году изучения при незначительных вариациях стрессового показателя изменения в накоплении фенольных соединений были различными у разных сортов груши. В первую группу включены отечественные сорта, которые способны постепенно накапливать фенольные вещества в листьях при усилении стрессовых воздействий летнего периода. У сортов Люберская и Фламенко наблюдали увеличение общих фенолов от ~14 до 29 мг/г сырой массы. Европейские сорта Конференция и Вильямс составляют вторую группу, для которой характерно снижение содержания фенольных соединений при отсутствии роста концентраций малонового диальдегида к середине летнего периода. Значения концентраций общих фенолов у них снизились от 14 до 7–12 мг/г сырой массы, флавоноидов – от 2–2,4 до 1,4–1,5 мг/г сырой массы. Отечественные сорта отличаются большим содержанием фенольных соединений и возможностью их накапливать в течение летнего периода.

Ключевые слова: сорта груши, стресс, общие фенолы, флавоноиды, малоновый диальдегид

Для цитирования: Мишко А.Е., Клюкина А.В., Вялков В.В. Содержание фенольных соединений в листьях груши разных сортов // Вестник КрасГАУ. 2023. № 3. С. 58–64. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-3-58-64.

Благодарности: исследование выполнено за счет средств гранта Российского научного фонда и Кубанского научного фонда № 22-26-20072.

Alisa Evgenievna Mishko^{1✉}, Anna Vasilievna Klyukina², Vadim Valerievich Vyalkov³

^{1,2,3}North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking, Krasnodar, Russia

¹mishko-alisa@mail.ru

²anna.klyukina.95@list.ru

³935346@bk.ru

PHENOLIC CONTENT IN PEAR LEAVES OF DIFFERENT CULTIVARS

The purpose of the study is to determine the content of phenolic compounds in the leaves of different pear varieties during the summer period on the territory of fruit plantations of the Krasnodar Territory. The studies were carried out in the Prikubansky horticultural zone of the Krasnodar Territory in 2021–2022. on the basis of the genetic collection of the center for collective use "North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking" (SKFNTSSVV). The objects of the study were four varieties of pear grafted on rootstock BA-29: two introduced varieties Williams and Conference and two varieties of domestic selection Flamenco and Lyuberskaya (selection SKFNTSSVV). The content of total phenols, flavonoids and malonic dialdehyde was determined by conventional methods. The latter indicator was used as a marker of stress. In the first year of the study, all varieties had the same dynamics of the content of total phenols, flavonoids and malondialdehyde. With the rapid increase in malondialdehyde, the concentrations of phenolic compounds increased. In the second year of the study, with slight variations in the stress indicator, changes in the accumulation of phenolic compounds were different in different pear varieties. The first group includes domestic varieties that are able to gradually accumulate phenolic substances in the leaves with increased stress in the summer period. In cultivars Lyuberskaya and Flamenco, an increase in total phenols from ~14 to 29 mg/g fresh weight was observed. The European varieties Conference and Williams form the second group, which is characterized by a decrease in the content of phenolic compounds in the absence of an increase in the concentration of malondialdehyde by the middle of the summer period. The concentrations of total phenols in them decreased from 14 to 7–12 mg/g wet weight, flavonoids – from 2–2.4 to 1.4–1.5 mg/g wet weight. Domestic varieties are distinguished by a high content of phenolic compounds and the ability to accumulate them during the summer period.

Keywords: pear cultivars, stress, total phenols, flavonoids, malondialdehyde

For citation: Mishko A.E., Klyukina A.V., Vyalkov V.V. Phenolic content in pear leaves of different cultivars // Bulliten KrasSAU. 2023;(3): 58–64. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-3-58-64.

Acknowledgments: the study has been supported by a grant from the Russian Science Foundation and the Kuban Science Foundation No. 22-26-20072.

Введение. Фенольные вещества в листьях растений вовлечены в разнообразные физиологические процессы. Несмотря на то, что первоначально многие физиологи растений этим соединениям отводили второстепенную роль и считали их конечными продуктами метаболизма, сегодняшние исследования, напротив, раскрывают многочисленные функции, включающие защиту от патогенов, УФ-излучения, участие в опылении, развитии семян, организации клеточных стенок и др. [1]. Изменения в количественном и качественном составе фенольных соединений в растительных тканях могут свидетельствовать о воздействии на растение различных стрессовых факторов окружающей среды, таких как свет, температура, инфекции, дефицит питательных элементов и воды [2, 3].

Многолетняя плодовая культура *Pyrus communis* L. богата фенольными веществами. В разных частях груши было определено более 70 фенольных соединений [4]. Хлорогеновая кислота и арбутин являются основными фенольными соединениями в плодах груши, которые также присутствуют в почках, цветках и листьях [4, 5]. Аналогичные данные были получе-

ны при исследовании листьев китайских сортов груши видов *P. bretschneideri* Rehder, *P. pyrifolia* (Burm.) Nak., *P. ussuriensis* Maxim., в которых на долю арбутина приходилось около 30 % от общего содержания фенолов [6]. Кроме того, существуют работы по оценке вариативности состава и содержания фенольных веществ в листьях груши при различных условиях произрастания растений, периодах вегетации и стадий развития [7, 8]. Немаловажным является изучение поливариантности фенолов с учетом сортового состава груши [9].

Цель исследования – определить содержание фенольных соединений в листьях разных сортов груши в течение летнего периода на территории плодовых насаждений Краснодарского края.

Задачи: рассчитать концентрации общих фенолов и флавоноидов в листьях; оценить степень развития окислительного стресса в растительных клетках; сравнить сорта груши по полученным биохимическим параметрам.

Объекты и методы. Исследование было проведено в Прикубанской зоне садоводства Краснодарского края в 2021–2022 гг. на базе

генетической коллекции центра коллективного пользования «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» (СКФНЦСВВ). Объектами исследования являлись четыре сорта груши, привитые на подвое ВА-29. Среди них были изучены два интродуцированных сорта (Вильямс, Конференция) и два сорта отечественной селекции (Фламенко и Люберская) (селекция СКФНЦСВВ).

Содержание общих растворимых фенолов определяли по методу Фолина-Чокалтеу с некоторыми модификациями [10, 11]. Растительный материал гомогенизировали в 96 % этаноле. Оптическую плотность реакционного раствора измеряли при 760 нм. Содержание фенольных соединений рассчитывали по калибровочной кривой, построенной по растворам галловой кислоты.

Количественное определение флавоноидов проводили с использованием спиртового экстракта в реакционной смеси с хлоридом алюминия и ацетатом натрия [12]. Оптическую плотность раствора измеряли при 415 нм. Калибровочную кривую строили по растворам кверцетина.

Накопление малонового диальдегида оценивали колориметрическим методом по реакции с

тиабарбитуровой кислотой [13]. Интенсивность окраски раствора измеряли при длинах волн 600, 595 и 450 нм.

Исследование было проведено в двух-четырёхкратной аналитической повторности. Данные представлены в виде средних значений и их ошибок.

Результаты и их обсуждение. Согласно полученным результатам, для всего исследовательского периода 2021 г. было характерно постепенное увеличение общих фенолов у четырех сортов груши в диапазоне от 7 до ~12 мг/г сырой массы (рис. 1). В 2022 г. динамика накопления фенольных веществ у сортов груши была различной. Содержание фенольных соединений в июле 2022 г. относительно июня 2022 г. у сорта Фламенко возросло более чем в 2 раза и составило около 30 мг/г сырой массы, у сорта Люберская, напротив, значительных изменений по данному параметру не было выявлено. У сортов Конференция и Вильямс содержание фенолов в июле 2022 г. в отличие от отечественных сортов снижалось на 12,6 и 52 % соответственно. В более ранних работах исследователи отмечали схожесть сортов Вильямс и Конференция по содержанию фенолов [14].

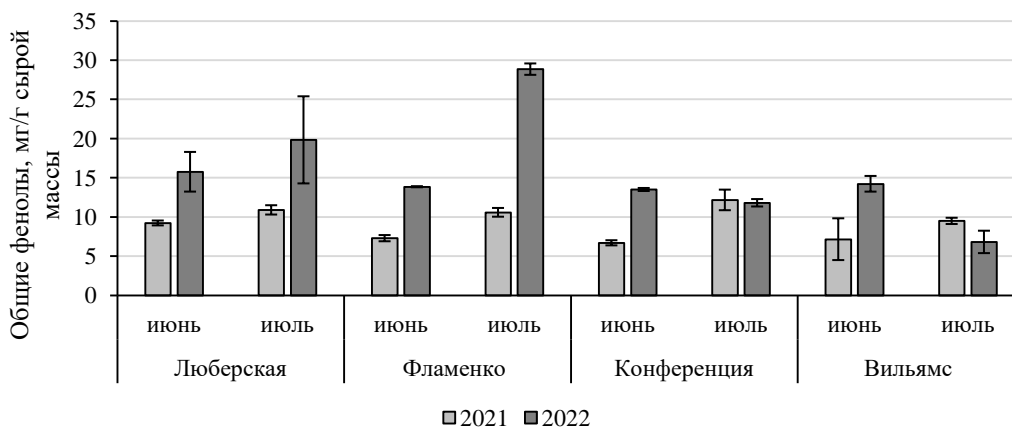


Рис. 2. Содержание общих фенолов в листьях груши разных сортов в летний период

Флавоноиды – одна из многочисленных групп фенольных соединений, насчитывающая более 8 тысяч различных соединений, некоторые из которых являются антиоксидантами [2]. Основными доминантами флавоноидов в листьях груши *P. communis* L. являются катехин, процианидин, кверцетин, кемпферол и изорамнетин [15]. В работе А.-М. Stoenescu с соавторами был исследован подвид груши обыкновенной – груша лесная (*P. pyraeaster* (L.) Burgsd.), и в

листьях этого растения доминантами были катехол, рутин, кемпферол и мирицетин [16].

Наибольшее содержание флавоноидов было выявлено у сорта Конференция в июне 2022 г., равное 2,4 мг/г сырой массы (рис. 2). При этом рост данного параметра с июня по июль происходил в 2021 г. у всех исследованных сортов на ~10–26 %, а в 2022 г. – только у сорта Люберская (на 10 %). Максимальное снижение флавоноидов в 2022 г. было установлено у сорта

Конференция – на 42 %, у сортов Фламенко и Вильямс разница между июньскими и июль-

скими показателями составила 30 и 25 % соответственно.

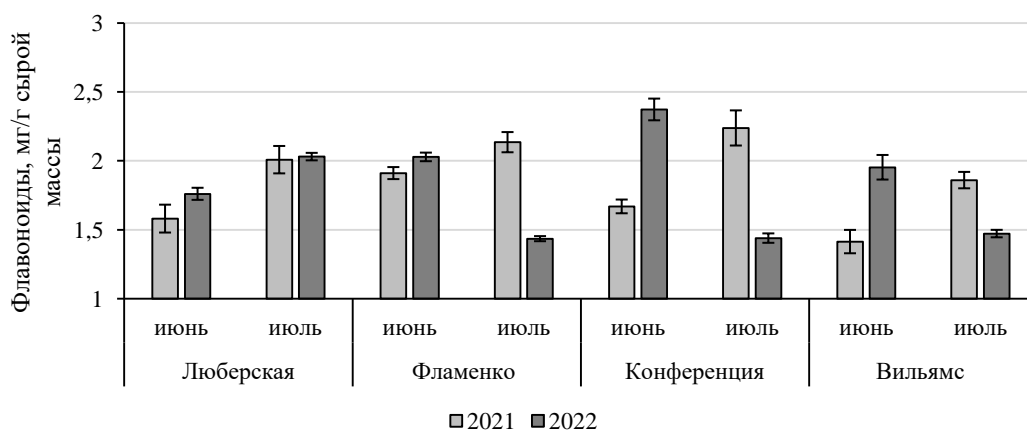


Рис. 2. Содержание флавоноидов в листьях груши разных сортов в летний период

Лист груши обладает наибольшим уровнем антиоксидантной защиты по сравнению с плодами [14], что позволяет использовать его для оценки стрессового воздействия на растение. Одним из маркеров перекисного окисления клеточных мембран под влиянием стрессовых факторов является накопление малонового диальдегида в клетках [13]. Согласно полученным данным, в летний период 2021 г. содержание малонового диальдегида увеличивалось с июня

по июль у четырех сортов груши на 27–41 % (рис. 3). Причем максимальные значения были выявлены у сорта Конференция в июле 2021 г. и соответствовали 83,5 мкМ/г сырой массы. В 2022 г. у сортов Люберская и Конференция значения малонового диальдегида значительно не изменились за два исследованных месяца. Рост этого показателя был отмечен у сорта Фламенко, а у сорта Вильямс, напротив, наблюдали его снижение.

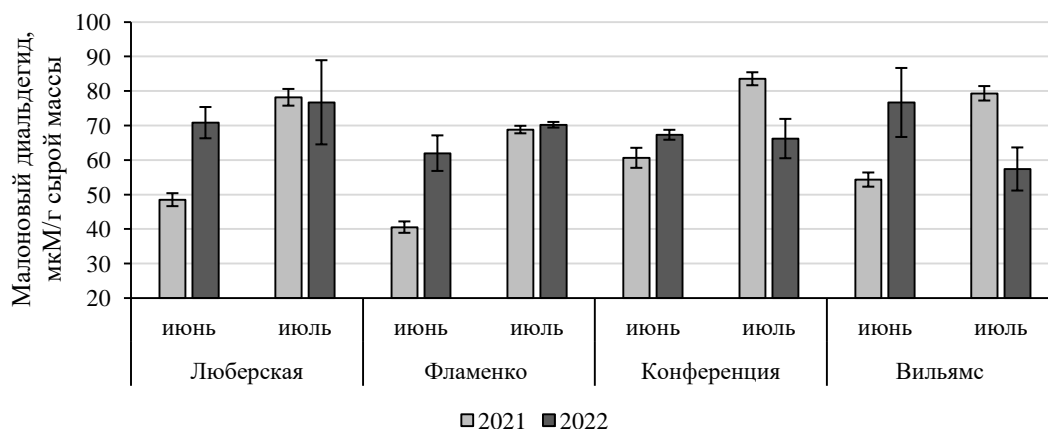


Рис. 3. Содержание малонового диальдегида в листьях груши разных сортов в летний период

Заключение. На основании полученных данных, установлено, что в исследованный период 2021 г. динамика содержания общих фенолов и флавоноидов была схожа с изменениями малонового диальдегида, одного из маркеров стрессового состояния. Это согласуется с результатами других работ, в которых усиление стрессовых

воздействий приводило к увеличению фенольных соединений. В 2022 г. были выявлены два типа изменений в содержании изученных параметров. К первому типу относятся отечественные сорта Люберская и Фламенко. Для первого из них был характерен рост фенольных соединений на фоне неизменных показателей малонового

диальдегида. У сорта Фламенко было зафиксировано незначительное повышение малонового диальдегида и резкое увеличение содержания общих фенолов. Таким образом, отечественные сорта постепенно накапливают фенольные вещества в листьях при усилении стрессовых воздействий летнего периода. Ко второму типу отнесли интродуцированные два сорта груши. В листьях этих сортов наблюдалось снижение содержания фенольных соединений при отсутствии роста концентраций малонового диальдегида.

Таким образом, полученные новые данные об изменениях накопления фенольных соединений в начале и середине летнего периода в листьях груши позволяют заключить, что для сортов отечественной селекции характерно более высокое содержание общих фенолов, которое увеличивается в середине летнего периода, в отличие от интродуцированных европейских сортов. Причем у последних изменения в накоплении фенольных соединений в разные годы исследования различны. Более детальное изучение данного вопроса в дальнейшем даст возможность полностью охарактеризовать динамику накопления фенольных соединений в листьях сортов груши различного происхождения в течение всего вегетационного периода.

Список источников

1. Запрометов М.Н. Фенольные соединения и их роль в жизни растений. М.: Наука, 1996. 45 с.
2. Lattanzio V. Phenolic compounds: introduction. In Natural Products: phytochemistry, botany and metabolism of alkaloids, phenolics and terpenes, Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2013; P. 1543–1580. DOI: 10.1007/978-3-642-22144-6_57.
3. Response of phenylpropanoid pathway and the role of polyphenols in plants under abiotic stress / A. Sharma [et al.] // *Molecules*, V. 24 (13), 2019, P. 2452. DOI: 10.3390/molecules24132452.
4. Kolniak-Ostek J., Oszmianski J. Characterization of phenolic compounds in different anatomical pear (*Pyrus communis* L.) parts by ultra-performance liquid chromatography photodiode detector-quadrupole/time of flight-mass spectrometry (UPLC-PDA-Q/ TOF-MS) // *Int. J. Mass. Spectrom.*, 2015, V. 392, P. 154–163. DOI: 10.1016/j.ijms.2015.10.004.
5. Analyses of arbutin and chlorogenic acid, the major phenolic constituents in oriental Pear / T. Cui [et al.] // *J. Agric. Food. Chem.*, 2005, V. 53. P. 3882–3887.
6. Evaluation of phenolic composition and content of pear varieties in leaves from China / X. Dong [et al.] // *Erwerbs-Obstbau*, 2018, V. 60, P. 331–340. DOI: 10.1007/s10341-018-0381-y.
7. Colaric M., Stampar F., Hudina M. Changes in sugars and phenolics concentrations of Williams pear leaves during the growing season // *Canadian Journal of Plant Science*, 2005, V. 86, P. 1203–1208.
8. Andreotti C., Costa G., Treutter D. Composition of phenolic compounds in pear leaves as affected by genetics, ontogenesis and the environment // *Sci. Hortic.*, 2006, V. 109, P. 130–137. DOI: 10.1016/j.scienta.2006.03.014.
9. Chemical composition and antioxidant and anti-inflammatory potential of peels and flesh from 10 different pear varieties (*Pyrus spp.*) / X. Li [et al.] // *Food Chemistry*, 2014, V. 152, P. 531–538. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.12.010
10. Ainsworth E.A., Gillespie K.M. Estimation of total phenolic content and other oxidation substrates in plant tissues using Folin–Ciocalteu reagent // *Nature Protocols*, 2007, V. 2, P. 875–877. DOI: 10.1038/nprot.2007.102.
11. Kahraman S., Yanardag R. Antioxidant activity of ethanolic extract from *Rumex cristatus* DC // *International J. OF Electronics; Mechanical and Mechatronics Engineering*, 2012, V.2 (4), P. 319–326.
12. Hikmawanti N., Fatmawati S., Asri A.W. The effect of ethanol concentrations as the extraction solvent on antioxidant activity of katuk (*Sauropus androgynus* (L.) Merr.) leaves extracts // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 2021, V. 755, P. 012060. DOI: 10.1088/1755-1315/755/1/012060.
13. Bonyanpour A.R., Jamali B. Seasonal enzymatic and non-enzymatic antioxidant responses in seven Iranian pomegranate cultivars // *Adv. Hort. Sci.*, 2020, V. 34(3), P. 265–276. DOI: 10.13128/ahsc-8283.

14. *Challice J.S., Westwood M.N.* Phenolic compounds of the genus *Pyrus* // *Phytochemistry*, 1972, V. 11, P. 37–44.
15. *Kolniak-Ostek J.* Chemical composition and antioxidant capacity of different anatomical parts of pear (*Pyrus communis* L.) // *Food Chemistry*, 2016, V. 203. P. 491–497. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.02.103.
16. *Stoenescu A.-M., Trandafir I., Cosmulescu S.* Determination of phenolic compounds using HPLC-UV method in wild fruit species // *Horticulturae*, 2022, V. 8, P. 84. DOI: 10.3390/horticulturae8020084.
8. *Andreotti C., Costa G., Treutter D.* Composition of phenolic compounds in pear leaves as affected by genetics, ontogenesis and the environment // *Sci. Hort.*, 2006, V. 109, P. 130–137. DOI: 10.1016/j.scienta.2006.03.014.
9. Chemical composition and antioxidant and anti-inflammatory potential of peels and flesh from 10 different pear varieties (*Pyrus spp.*) / *X. Li [et al.]* // *Food Chemistry*, 2014, V. 152, P. 531–538. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.12.010
10. *Ainsworth E.A., Gillespie K.M.* Estimation of total phenolic content and other oxidation substrates in plant tissues using Folin-Ciocalteu reagent // *Nature Protocols*, 2007, V. 2, P. 875–877. DOI: 10.1038/nprot.2007.102.

References

1. *Zaprometov M.N.* Fenol'nye soedineniya i ih rol' v zhizni rastenij. M.: Nauka, 1996. 45 s.
2. *Lattanzio V.* Phenolic compounds: introduction. In *Natural Products: phytochemistry, botany and metabolism of alkaloids, phenolics and terpenes*, Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2013; P. 1543–1580. DOI: 10.1007/978-3-642-22144-6_57.
3. Response of phenylpropanoid pathway and the role of polyphenols in plants under abiotic stress / *A. Sharma [et al.]* // *Molecules*, V. 24 (13), 2019, P. 2452. DOI: 10.3390/molecules24132452.
4. *Kolniak-Ostek J., Oszmianski J.* Characterization of phenolic compounds in different anatomical pear (*Pyrus communis* L.) parts by ultra-performance liquid chromatography photodiode detector-quadrupole/time of flight-mass spectrometry (UPLC-PDA-Q/ TOF-MS) // *Int. J. Mass. Spectrom.*, 2015, V. 392, P. 154–163. DOI: 10.1016/j.ijms.2015.10.004.
5. Analyses of arbutin and chlorogenic acid, the major phenolic constituents in oriental Pear / *T. Cui [et al.]* // *J. Agric. Food. Chem.*, 2005, V. 53. P. 3882–3887.
6. Evaluation of phenolic composition and content of pear varieties in leaves from China / *X. Dong [et al.]* // *Erwerbs-Obstbau*, 2018, V. 60, P. 331–340. DOI: 10.1007/s10341-018-0381-y.
7. *Colaric M., Stampar F., Hudina M.* Changes in sugars and phenolics concentrations of Williams pear leaves during the growing season // *Canadian Journal of Plant Science*, 2005, V. 86, P. 1203–1208.
11. *Kahraman S., Yanardag R.* Antioxidant activity of ethanolic extract from *Rumex crispatus* DC // *International J. OF Electronics; Mechanical and Mechatronics Engineering*, 2012, V.2 (4), P. 319–326.
12. *Hikmawanti N., Fatmawati S., Asri A.W.* The effect of ethanol concentrations as the extraction solvent on antioxidant activity of katuk (*Sauropus androgynus* (L.) Merr.) leaves extracts // *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 2021, V. 755, P. 012060. DOI: 10.1088/1755-1315/755/1/012060.
13. *Bonyanpour A.R., Jamali B.* Seasonal enzymatic and non-enzymatic antioxidant responses in seven Iranian pomegranate cultivars // *Adv. Hort. Sci.*, 2020, V. 34(3), P. 265–276. DOI: 10.13128/ahsc8283.
14. *Challice J.S., Westwood M.N.* Phenolic compounds of the genus *Pyrus* // *Phytochemistry*, 1972, V. 11, P. 37–44.
15. *Kolniak-Ostek J.* Chemical composition and antioxidant capacity of different anatomical parts of pear (*Pyrus communis* L.) // *Food Chemistry*, 2016, V. 203. P. 491–497. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.02.103.
16. *Stoenescu A.-M., Trandafir I., Cosmulescu S.* Determination of phenolic compounds using HPLC-UV method in wild fruit species // *Horticulturae*, 2022, V. 8, P. 84. DOI: 10.3390/horticulturae8020084.

Статья принята к публикации 13.03.2023 / The article accepted for publication 13.03.2023.

Информация об авторах:

Алиса Евгеньевна Мишко¹, научный сотрудник лаборатории физиологии и биохимии растений, кандидат биологических наук

Анна Васильевна Клюкина², младший научный сотрудник, аспирант лаборатории управления воспроизводством в плодовых агроценозах и экосистемах

Вадим Валерьевич Вялков³, младший научный сотрудник, аспирант лаборатории физиологии и биохимии растений

Information about the authors:

Alisa Evgenievna Mishko¹, Researcher, Laboratory of Plant Physiology and Biochemistry, Candidate of Biological Sciences

Anna Vasilievna Klyukina², Junior Researcher, Postgraduate Student, Laboratory of Reproduction Management in Fruit Agrocenoses and Ecosystems

Vadim Valerievich Vyalkov³, Junior Researcher, Postgraduate Student, Laboratory of Plant Physiology and Biochemistry

