

УДК 634.232:471.63

UDC 634.232:471.63

DOI 10.30679/2219-5335-2023-3-81-169-179

DOI 10.30679/2219-5335-2023-3-81-169-179

**СВЯЗЬ ФЕНОЛОГИИ
И АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
ПРИ ФОРМИРОВАНИИ
БИОЛОГИЧЕСКИХ
И ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ
ПРИЗНАКОВ ЧЕРЕШНИ**

**RELATIONSHIP OF PHENOLOGY
AND ABIOTIC FACTORS
IN THE FORMATION
OF BIOLOGICAL AND ECONOMICLY
VALUABLE CHARACTERISTICS
OF SWEET CHERRY**

Доля Юлия Александровна
канд. с.-х. наук
старший научный сотрудник
лаборатории сортоизучения
и селекции садовых культур
e-mail: skzniisiv2015@mail.ru

Dolya Yulia Aleksandrovna
Cand. Agr. Sci.
Senior Research Associate
of Laboratory of Variety study
and Breeding of Garden crops
e-mail: skzniisiv2015@mail.ru

Заремук Римма Шамсудиновна
д-р с.-х. наук, профессор
заведующая лабораторией сортоизучения
и селекции косточковых плодовых культур
e-mail: zaremuk_rimma@mail.ru

Zaremuk Rimma Shamsudinovna
Dr. Sci. Agr., Professor
Head of Laboratory of Variety study
and Breeding of Stone Fruit Crops
e-mail: zaremuk_rimma@mail.ru

*Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский федеральный
научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия»,
Краснодар, Россия*

*Federal State Budget
Scientific Institution
«North-Caucasian Federal
Scientific Center of Horticulture,
Viticulture, Wine-making»,
Krasnodar, Russia*

Получение качественных плодов черешни в последние годы довольно сильно коррелирует со степенью адаптивности выращиваемых сортов, которая определяется погодно-климатическими факторами региона. Установлены сроки прохождения фенологических этапов сезонного развития черешни и их продолжительность в условиях умеренно-континентального климата юга России. Описаны типы стрессоров, приходящиеся на период интенсивного развития плодовых органов черешни и их влияние на продуктивность сортов. Полученные данные показали, что температура в период развития плодовых почек черешни может сильно отличаться, так в фенофазу «период покоя плодовых почек» она находилась в пределах +4,4 °C (2020 г.) ... +2,3 °C (2019 г.), соответственно и сроки наступления

Obtaining high-quality sweet cherry fruits in recent years correlates quite strongly with the degree of adaptability of cultivated varieties, which is determined by the weather and climatic factors of the region. The timing of the passage of the phenological stages of the seasonal development of sweet cherries and their duration in the moderate continental climate of southern Russia have been established. The types of stressors that occur during the period of intensive development of sweet cherry fruit organs and their influence on the productivity of varieties are described. The obtained data showed that the temperature during the development of fruit buds of sweet cherries can vary greatly, so in the phenophase «dormant period of fruit buds» it was within + 4.4 °C (2020) ... + 2.3 °C (2019), respectively and timing

были различными. Следовательно, изменение температурного режима влияет на скорости и темпы развития весенних фенофаз. На фоне действия погодных стрессоров установлены группы сортов черешни, которые в наибольшей степени подвержены влиянию абиотических факторов и реагируют снижением урожайности. Так, ранние сорта в период исследования имели меньшую продуктивность по сравнению со средними и поздними сортами. Среди всех групп выделились сорта со стабильным плодоношением даже в условиях проявления стрессоров – Алая, Анонс, Дар изобилия, Волшебница. Установлена корреляционная зависимость между урожайностью и оказывающими на ее реализацию абиотическими факторами (среднемесячная температура в период покоя и цветения и количество осадков в эти же фенофазы), а также температурного фактора на продолжительность периода покоя и цветения. Регрессионный анализ выявил наибольшую взаимосвязь факторов, таких как урожайность и средняя температура воздуха в период цветения ($R^2 = 0,972$), на продолжительность фенофаз периода покоя и цветения температурный фактор не оказывал существенного влияния ($R^2 = 0,004$; $R^2 = 0,239$, соответственно).

Ключевые слова: СОРТ, ЧЕРЕШНЯ, АБИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ФЕНОЛОГИЯ, АДАПТИВНОСТЬ, УРОЖАЙ, ПРОДУКТИВНОСТЬ

were different. Consequently, changes in the temperature regime affect the speed and rate of development of spring phenophases. Against the background of the action of weather stressors, groups of sweet cherry varieties were established, which are most susceptible to the influence of abiotic factors and react with a decrease in yield capacity. Thus, early varieties during the study period had lower productivity compared to medium and late varieties. Among all groups, varieties with stable fruiting even under conditions of stressors were distinguished – Alaya, Anons, Dar izobiliya, Volshebnitsa. A correlation has been established between the yield capacity and the abiotic factors that affect its implementation (average monthly temperature during the dormant and flowering periods and the total precipitation in the same phenophases), as well as the temperature factor for the duration of the dormant and flowering periods. Regression analysis revealed the greatest relationship between factors such as yield capacity and average air temperature during the flowering period ($R^2 = 0.972$), the temperature factor did not significantly affect the duration of the phenophases of the dormant and flowering periods ($R^2 = 0.004$; $R^2 = 0.239$, respectively).

Key words: VARIETY, SWEET CHERRY, ABIOTIC FACTORS, PHENOLOGY, ADAPTIVITY, YIELD, PRODUCTIVITY

Введение. Исследование адаптивного потенциала при воздействии различных температурных стресс-факторов вызывает повышенный интерес из-за возрастающей опасности для жизнедеятельности растений в условиях глобального изменения климата [1-3].

Биологический температурный оптимум плодовых культур находится в довольно широких пределах, для черешни он варьирует от +30,0 до -25,0 °С, однако в последние годы выращивание растений осложняется непредсказуемостью и резкими колебаниями климатических показателей [4, 5].

Одними из основных факторов, обеспечивающих сохранность урожая, является дата выхода растений из биологического покоя, срок распускания плодовых почек и цветения, поскольку несвоевременное развитие подвергает растения риску получить воздействие различными стрессорами [6-8].

В условиях юга России наибольшую опасность в период покоя представляют не критические низкие зимние температуры, поскольку такое явление наблюдается довольно редко, а даже небольшие морозы после продолжительного потепления, которые могут привести к гибели большей части урожая [6].

Учеными многих стран представлены доказательства влияния теплых зим и весны на снижение адаптивности черешни [9, 10]. В период цветения опасны не только заморозки, но и недобор положительных температур, что сказывается на количестве пыльцы и нектара и, следовательно, может повлиять на фертильность цветов, на их опыление [2, 11, 12].

Отдельные исследователи отмечают принципиальное отличие стрессоров, так оттепели в течение зимнего периода стали длительнее и с более высокими температурами, что усилило их негативное воздействие на растения [4, 13, 14]. Потепление климата также неизбежно приводит к сокращению периода покоя, который в свою очередь является механизмом адаптации растений в зимний период [7, 15, 16].

Решение проблемы адаптации черешни в зимний период после воздействия стрессоров возможно в выявлении взаимосвязанных закономерностей развития фенофаз и предельных критических температур в этот период [5, 17]. Данные вопросы имеют актуальность не только в сфере

сортоизучения, но и разработке региональных селекционных программ, когда есть полное представление о генотипе и реакции его генеративных структур на заморозки на разных этапах развития [18, 19], а также на формирование компонентов продуктивности [16]. Уровень устойчивости растения сопряжен с этапом развития генеративных органов черешни, а также с климатическими факторами, сложившимися в этот период.

Исходя из описанных проблем, необходимо установить влияние основных погодно-климатических факторов в период покоя и цветения на формирование урожайности и других биологических показателей у сортов черешни в условиях юга России.

Объекты и методы исследований. Исследования проведены в Прикубанской зоне садоводства Краснодарского края в 2019-2022 гг. на базе ОПХ «Центральное» (г. Краснодар), в центре коллективного пользования (ЦКП) «Генетическая коллекция садовых культур ФГБНУ СКФНЦСВВ».

Учеты и наблюдения проведены в коллекции научного центра на 20 сортах черешни (*Cerasus avium L.*), различного генетического и эколого-географического происхождения. Схема посадки – 6 х 4 м, подвой сеянцы антипки и дикой черешни.

В годы проведения исследований 2021-2022 гг. отмечались различные абиотические стрессы: низкие зимние температуры (0,0 °С) в марте 2021 г., количество осадков выше нормы 85,4 мм в апреле 2021 г., заморозки (-5,0...-6,6 °С) в апреле 2022 г.

Изучение основных биологических особенностей и закономерностей развития сортов проведено по «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Орел, 1999) [20] и «Программе и методике селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Орел, 1995) [19].

Обсуждение результатов. В исследовании представлены особенности развития сортов черешни в основные фенологические фазы, приходящиеся на период покоя и цветения, в условиях умеренно-континентального климата юга России. Каждая из описанных фенофаз зимнего и весеннего периодов отвечает за формирование конкретного элемента плодоношения, которые определяют урожайность, следовательно, оптимальные условия обеспечат высокую реализацию потенциала продуктивности.

Возможность получения оптимальных урожаев черешни определяется посредством анализа климатических факторов в период прохождения основных фенологических фаз развития. Погодно-климатические факторы отличались нестабильностью в период наблюдения с 2019-2022 гг., практически каждый год имел проявление какого-либо стрессора, которые в той или иной степени повлияли на формирование урожайности.

Одним из наиболее стабильных и без резкого колебания абиотических показателей был 2022 г., когда средняя температура в период покоя составила +4,9 °С, отрицательная в зимний период не опускалась ниже -9,3 °С (13.01), что способствовало сохранности всех элементов плодоношения. Однако, в фенофазу цветения отмечали недостаточное количество тепла (средняя составила +12,7 °С) для хорошего опыления и оплодотворения, а также осадки в начале цветения, что отразилось на формировании урожайности, особенно у ранних сортов, но средний показатель по всем исследуемым сортам был достаточно высокий и составил 31,2 кг с дерева. Высоким биопотенциалом продуктивности в 2022 г. отличались сорта Алая, Дар изобилия, Волшебница, Крупноплодная, их урожайность в этом году – 36,0-39,0 кг с дерева (табл. 1, 2).

Кроме этого, одним из наиболее благоприятных для реализации биопотенциала черешни был 2021 г. несмотря на то, что в период покоя отмечено значительное понижение температуры -17,5 °С (21.01), что спровоци-

ровало небольшую гибель (10-12 %) плодовых почек, однако данный стрессор не повлиял на формирование высокой урожайности – 38,6 кг с дерева. Наилучшие показатели продуктивности (48,0 кг/дер.) имели сорта Алая, Анонс и Мак (табл. 2).

Таблица 1 – Средние данные климатических показателей и хозяйственно ценных признаков сортов, 2019-2022 гг.

Показатель	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	R ²
<i>Абиотические факторы</i>					
средняя t возд., °C (период покоя)	+2,3	+4,4	+2,4	+4,9	0,169
средняя t возд., °C (фаза цветения)	+12,9	+9,6	+13,5	+12,7	0,972
сумма осадков в период покоя, мм	191,8	155,4	236,6	244,1	0,788
осадки в период цветения, мм	39,1	0,0	60,7	20,3	0,624
min t (в период покоя), °C	-5,0	-13,7	-17,5	-9,3	–
min t (в период цветения), °C	-1,2	-5,0	–	0,4	–
<i>Фенологические показатели</i>					
средняя продолжительность периода покоя, дней	100	90	88	96	0,004
средняя дата окончания периода покоя	22.02	24.02	4.03	23.02	–
средняя продолжительность цветения, дней	19	11	12	15	0,239
средняя дата цветения	12.04	6.04	21.04	12.04	–
<i>Показатели продуктивности</i>					
средний урожай, кг/дер.	32,0	2,5	38,6	31,2	–
средняя масса плода, г	6,9	7,1	6,7	7,0	–

Таблица 2 – Урожайность сортов черешни, различного срока созревания, за период исследования (2019-2022 гг.)

Сорт	Средняя урожайность, кг с дерева			
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
<i>Ранние:</i> (Краснодарская ранняя, Кавказская улучшенная, Мадонна, Мелитопольская ранняя)	27,8	1,5	33,5	18,1
<i>Среднеранние:</i> (Сашенька, Кавказская, Валерий Чкалов, Утро Кубани, Дилемма)	25,0	3,0	35,0	31,5
<i>Средние:</i> (Бархатная, Волшебница, Красна девица, Рубиновая Кубани, Талисман, Центральная)	37,6	3,0	38,0	36,0
<i>Поздние:</i> (Алая, Анонс, Дар изобилия, Мак, Крупноплодная)	37,4	2,3	48,0	39,0
<i>Среднее:</i>	32,0	2,5	38,6	31,2

Самым неблагоприятным для реализации биопотенциала черешни был 2020 г. в период «вынужденного покоя» было понижение до $-13,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ (10.02), но на данной фенофазе растения черешни еще способны сохранять высокую устойчивость плодовых почек. Однако отрицательные температуры в фенофазу «цветения» – $-5,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (13-14.04) были губительны для генеративных органов черешни (95 % подмерзания), что и определило отсутствие урожайности (см. табл. 1).

В исследовании особенностей плодоношения черешни в 2019 г. также присутствовали неблагоприятные стресс-факторы, понижение температуры воздуха в фенофазу «начало вегетации» до $-3,0\text{...}-3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (13.03) привело к гибели около 28-30 % плодовых почек, в зависимости от сорта. Однако, при этом большая часть изученных сортов сформировала хороший урожай, который в среднем по генколлекции составил 33,5 кг с дерева. В 2019 году более высокую адаптивность к заморозкам проявили сорта Дар изобилия, Сашенька, Волшебница, урожайность которых составила 40,0-45,0 кг с дерева.

Проведенный регрессионный анализ показал, что наибольшее влияние на урожайность оказывает средняя температура воздуха в период цветения ($R^2 = 0,972$), на продолжительность фенофаз периода покоя и цветения температурный фактор не оказывал существенного влияния ($R^2 = 0,004$; $R^2 = 0,239$ соответственно).

Абиотические показатели в период глубокого покоя и цветения, определяют сроки наступления фенологических фаз и их продолжительность, специфичность развития также проявляется в сортовых особенностях. У ранних и среднеранних сортов, соответственно, раньше наступают все фенологические фазы, следовательно, они в большей степени подвержены влиянию различных стрессоров.

Период покоя у сортов черешни может длиться 87-103 дня при средней температуре в этот период равной +2,2...+5,0 °С, выход из состояния покоя происходил за период наблюдения с 20 февраля по 7 марта.

Продолжительность цветения у сортов черешни составляет 10-20 дней при средней температуре воздуха +9,4...+13,9 °С, за период наблюдения данная фенофаза отмечена с 5 по 23 апреля (табл. 3).

Таблица 3 – Продолжительность фенологических фаз развития черешни и погодные условия в данные периоды (2019-2022 гг.)

Сорт (срок созревания)	Годы	Период покоя			Цветение		
		дата*	ср. t, °С	дни*	дата	ср. t, °С	дни
Сашенька (среднеранний)	2018-2019	20.02	+2,3	101	11.04	+12,0	18
	2019-2020	22.02	+4,2	88	5.04	+9,4	10
	2020-2021	3.03	+2,3	87	20.04	+12,6	11
	2021-2022	23.02	+4,8	95	11.04	+12,1	14
Волшебница (средний)	2018-2019	22.02	+2,2	99	13.04	+13,6	20
	2019-2020	24.02	+4,5	90	7.04	+10,0	12
	2020-2021	4.03	+2,4	88	21.04	+12,8	11
	2021-2022	24.02	+5,0	96	13.04	+12,7	15
Алая (поздний)	2018-2019	25.02	+2,5	103	14.04	+13,9	21
	2019-2020	26.04	+4,6	92	8.04	+9,7	13
	2020-2021	7.03	+2,5	92	23.04	+15,2	12
	2021-2022	25.02	+5,0	97	14.04	+13,7	15
Кавказская (к) (среднеранний)	2018-2019	21.02	+2,2	98	11.04	+12,0	18
	2019-2020	22.02	+4,2	88	5.04	+9,4	10
	2020-2021	3.03	+2,3	87	21.04	+13,3	12
	2021-2022	22.02	+4,7	94	11.04	+12,1	14

*Примечание: дата – дата наступления фенофазы; дни – продолжительность фенофазы.

Из таблицы 3 видим, что наиболее высокие температурные показатели были в период покоя в 2022 г. – +4,7...+5,0 °С, более холодными были периоды 2019 и 2021 гг. – +2,2...+2,5 °С. При этом наиболее теплый период цветения был в 2021 г. – +12,6...+15,2 °С, достаточно холодный температурный фон на данной фенофазе был в 2020 г. – +9,4...+10,0 °С.

Анализ урожайности сортов черешни различного срока созревания показывает непосредственное влияние абиотических факторов на формирование хозяйственно ценных признаков, одним из которых является урожайность. Проведенный анализ погодно-климатических параметров показал, что различные стрессоры присутствовали каждый год, но не все оказали существенное влияние на урожайность.

Выводы. Результаты исследования показали, что наиболее стабильным плодоношением, даже в условиях проявления стрессоров, отличались сорта Алая, Анонс, Дар изобилия, Волшебница. Выявлена высокая связь ($R^2 = 0,972$) средней температуры воздуха в период цветения и формирования урожая черешни.

Литература

1. Woznicki T.L. et al. Climate warming enhances flower formation, earliness of blooming and fruit size in plum (*Prunus domestica* L.) in the cool Nordic environment // *Scientia Horticulturae*. 2019. Vol 257. 108750. DOI: 10.1016/j.scienta.2019.108750
2. El Yaacoubi A. et al. Response of almond flowering and dormancy to Mediterranean temperature conditions in the context of adaptation to climate variations // *Scientia Horticulturae*. 2019. Vol. 257. 108687. DOI: 10.1016/j.scienta.2019.108687
3. Paltineanu C., Chitu E. Climate change impact on phenological stages of sweet and sour cherry trees in a continental climate environment // *Scientia Horticulturae*. 2020. Vol 261. 109011. DOI: 10.1016/j.scienta.2019.109011
4. Каньшина М.В. Устойчивость сортов и гибридов вишни к неблагоприятным факторам среды в условиях Брянской области // *Северная вишня: сборник материалов III Всероссийского симпозиума косточковедов*. Челябинск, 2015. С. 8-15.
5. Гуляева А.А., Ефремов И.Н., Берлова Т.Н. Адаптивный потенциал сортообразцов черешни в условиях центрально-чернозёмного региона России // *Современное садоводство*. 2017. № 4. С. 25-30. DOI: 10.24411/2218-5275-2017-00028
6. Zaremuk R.Sh., Dolya Y.A. The adaptive potential of sweet cherry varieties (*C. avium* L.) under the conditions of Southern horticulture // *BIO Web of Conferences*. 2020. Vol. 25. 02004. DOI: 10.1051/bioconf/20202502004.
7. Cook N.C. et al. Diverse patterns in dormancy progression of apple buds under variable winter conditions // *Scientia Horticulturae*. 2017. Vol. 226. P. 307-315. DOI: 10.1016/j.scienta.2017.08.028
8. Kaufmann H., Blanke M. Changes in carbohydrate levels and relative water content (RWC) to distinguish dormancy phases in sweet cherry // *Journal of Plant Physiology*. 2017. Vol. 218. P. 1-5. DOI: 10.1016/j.jplph.2017.07.004
9. Лукичева Л.А., Черненький Л.А. Морозостойкость и засухоустойчивость сортов и селекционных форм черешни в условиях степного Крыма // *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2020. № 5. С. 124-129. DOI: 10.21515/1999-1703-85-124-129

10. Azizi-Gannouni T., Sghaier T., Ammari Y. Behavior and morphometric characterization of local and introduced cultivars of sweet cherries (*Prunus avium*), tested in a multi-site trial in Tunisia // *Scientia Horticulturae*. 2020. Vol. 270. 109455. DOI: 10.1016/j.scienta.2020.109455
11. Wolk W.D., Zilahi-Balogh G.M.G., Acheampong S., Peterson B. Evidence that sweet cherry (*Prunus avium* L.) is not a host of codling moth (*Cydia pomonella* (L.), Lepidoptera: Tortricidae) in British Columbia, Canada // *Crop Protection*. 2019. Vol. 118. P. 89-96. DOI: 10.1016/j.cropro.2018.12.011
12. Darbyshire R. et al. Modelling cherry full bloom using ‘space-for-time’ across climatically diverse growing environments // *Agricultural and Forest Meteorology*. 2020. Vol. 284. 107901. DOI: 10.1016/j.agrformet.2020.107901
13. Darbyshire R., Pope K., Goodwin I. An evaluation of the chill overlap model to predict flowering time in apple tree Rebecca // *Scientia Horticulturae*. 2016. Vol. 198. P. 142-149. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.11.032
14. Каньшина М.В., Мисникова Н.В., Астахов А.А., Яговенко Г.Л. Морфобиологические особенности формирования продуктивности черешни на юге нечерноземной зоны // *Сельскохозяйственная биология*. 2021. Т.56 (№5). С. 979-989. DOI: 10.15389/agrobiology.2021.5.979rus
15. Морозова Н.Г., Симонов В.С. Перспективные сорта косточковых культур для центрального региона России // *Селекция и сорторазведение садовых культур*. 2019. Т. 6. № 2. С.79-83. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39113807>
16. Доля Ю.А. Влияние климатических факторов юга России на реализацию потенциала продуктивности сортов черешни [Электронный ресурс] // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2022. № 76(4). С. 26-35. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/22/04/03.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2022-4-76-26-35 (дата обращения: 05.04.2023).
17. Ganopoulos I. et al. Diversity of morpho-physiological traits in worldwide sweet cherry cultivars of GeneBank collection using multivariate analysis // *Scientia Horticulturae*. 2015. Vol. 197. P. 381-391. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.09.061
18. Берлова Т.Н. Степень изученности вопроса хозяйственно-ценных признаков черешни // *Бюллетень ГНБС*. 2020. Вып. 137. С. 112-117. DOI: 10.36305/0513-1634-2020-137-112-117.
19. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур // Под ред. Седова Е.Н. Орел: ВНИИСПК. 1995. 351 с.
20. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур // Под ред. Седова Е.Н., Огольцовой Т.П. Орел: ВНИИСПК. 1999. 257 с.

References

1. Woznicki T.L. et al. Climate warming enhances flower formation, earliness of blooming and fruit size in plum (*Prunus domestica* L.) in the cool Nordic environment // *Scientia Horticulturae*. 2019. Vol 257. 108750. DOI: 10.1016/j.scienta.2019.108750
2. El Yaacoubi A. et al. Response of almond flowering and dormancy to Mediterranean temperature conditions in the context of adaptation to climate variations // *Scientia Horticulturae*. 2019. Vol. 257. 108687. DOI: 10.1016/j.scienta.2019.108687
3. Paltineanu C., Chitu E. Climate change impact on phenological stages of sweet and sour cherry trees in a continental climate environment // *Scientia Horticulturae*. 2020. Vol 261. 109011. DOI: 10.1016/j.scienta.2019.109011
4. Kanshina M.V. Resistance of cherry varieties and hybrids to unfavorable environmental factors under Bryansk region conditions // *Northern cherry: a collection of materials of the III All-Russian symposium of stone experts*. Chelyabinsk. 2015. P. 8-15. (in Russian).

5. Gulyaeva A.A., Efremov I.N., Berlova T.N. Adaptive potential of sweet cherry genotypes in the Central Chernozem region of Russia // Contemporary horticulture. 2017. №4. P. 25-30. DOI: 10.24411/2218-5275-2017-00028 (in Russian).
6. Zaremuk R.Sh., Dolya Y.A. The adaptive potential of sweet cherry varieties (*C. avium* L.) under the conditions of Southern horticulture // BIO Web of Conferences. 2020. Vol. 25. 02004. DOI: 10.1051/bioconf/20202502004.
7. Cook N.C. et al. Diverse patterns in dormancy progression of apple buds under variable winter conditions // Scientia Horticulturae. 2017. Vol. 226. P. 307-315. DOI: 10.1016/j.scienta.2017.08.028
8. Kaufmann H., Blanke M. Changes in carbohydrate levels and relative water content (RWC) to distinguish dormancy phases in sweet cherry // Journal of Plant Physiology. 2017. Vol. 218. P. 1-5. DOI: 10.1016/j.jplph.2017.07.004
9. Lukicheva L.A., Chernenkii L.A. Frost and drought resistance of varieties and cultivars and breeding forms of sweet cherry under the conditions of the steppe Crimea // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2020. № 5. P. 124-129. DOI: 10.21515/1999-1703-85-124-129. (in Russian).
10. Azizi-Gannouni T., Sghaier T., Ammari Y. Behavior and morphometric characterization of local and introduced cultivars of sweet cherries (*Prunus avium*), tested in a multi-site trial in Tunisia // Scientia Horticulturae. 2020. Vol. 270. 109455. DOI: 10.1016/j.scienta.2020.109455
11. Wolk W.D., Zilahi-Balogh G.M.G., Acheampong S., Peterson B. Evidence that sweet cherry (*Prunus avium* L.) is not a host of codling moth (*Cydia pomonella* (L.), Lepidoptera: Tortricidae) in British Columbia, Canada // Crop Protection. 2019. Vol. 118. P. 89-96. DOI: 10.1016/j.cropro.2018.12.011
12. Darbyshire R. et al. Modelling cherry full bloom using ‘space-for-time’ across climatically diverse growing environments // Agricultural and Forest Meteorology. 2020. Vol. 284. 107901. DOI: 10.1016/j.agrformet.2020.107901
13. Darbyshire R., Pope K., Goodwin I. An evaluation of the chill overlap model to predict flowering time in apple tree Rebecca // Scientia Horticulturae. 2016. Vol. 198. P. 142-149. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.11.032
14. Kanshina M.V., Misnikova N.V., Astakhov A.A., Yagovenko G.L. Morphological and biological peculiarities of sweet cherry productivity development in the south of the non-chernozem zone // Agricultural biology. 2021. Vol. 56 (5). P. 979-989. DOI: 10.15389/agrobiol.2021.5.979rus (in Russian).
15. Morozova N.G., Simonov V.S. New varieties stone fruits derived in FGBNU VSTISP // Breeding and variety cultivation of horticultural crops. 2019. Vol. 6(2). P. 79-83. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39113807> (in Russian).
16. Dolya Yu.A. Influence of climatic factors of the South of Russia on the realization of the productivity potential of cherry varieties [Electronic resource] // Fruit growing and viticulture of the South of Russia. 2022. No. 76(4). pp. 26-35. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/22/04/03.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2022-4-76-26-35 (accessed 05.04.2023).
17. Ganopoulos I. et al. Diversity of morpho-physiological traits in worldwide sweet cherry cultivars of GeneBank collection using multivariate analysis // Scientia Horticulturae. 2015. Vol. 197. P. 381-391. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.09.061
18. Berlova T.N. Exploration degree of economic characteristics of sweet cherries // Bulletin of the State Nikitsky Botanical Garden. 2020. Vol. 137. P. 112-117. DOI: 10.36305/0513-1634-2020-137-112-117. (in Russian).
19. Program and methodology for breeding fruit, berry and nut crops // Edited by Sedov E.N. Orel: VNIISPK 1995. 351 p. (in Russian).
20. Program and methodology for variety study of fruit, berry and nut crops // Edited by Sedov E.N., Ogoltsova T.P. Orel: VNIISPK. 1999. 257 p. (in Russian).