

УДК 631.52:634.232

UDC 631.52:634.232

DOI 10.30679/2219-5335-2021-5-71-33-46

DOI 10.30679/2219-5335-2021-5-71-33-46

**ИЗМЕНЕНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ
ФАКТОРОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ
НА ГЕНЕРАТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ
СОРТОВ ЧЕРЕШНИ**

**CHANGE OF ABIOTIC FACTORS
AND THEIR INFLUENCE
ON THE GENERATIVE POTENTIAL
OF CHERRY VARIETIES**

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

*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*

В данной работе представлен анализ изменения климатических факторов (среднегодовая температура воздуха, среднегодовое количество осадков, данные предоставлены метеостанцией г. Краснодар) за многолетний период изучения (1961-2020 гг.) в условиях Прикубанской плодовой зоны Центральной подзоны. Анализ климатических факторов показал, что среднегодовая температура увеличилась на +1,2 °С за последние 30 лет, а среднее количество осадков уменьшилось на 96,1 мм с 1991-2000 гг. Изучено 18 сортов черешни, местного и зарубежного происхождения и их ответная реакция на изменение абиотических параметров климата. Изучено 5 типов стресс-факторов, большая часть из которых приходится на весенний период, а также их роль при формировании генеративного потенциала продуктивности сортов черешни, в частности на плодовые почки, цветки, а также урожайность. Показано влияние весенних заморозков (в марте, апреле) в фенофазе «раздвижение чешуй», «выдвижение соцветий», «цветение» на гибель структурных элементов плодоношения.

This paper presents an analysis of changes in climatic factors (average annual air temperature, average annual precipitation, data provided by the meteorological station of Krasnodar) for a long-term study period (1961-2020) in the conditions of the Prikuban fruit zone of the Central Subzone. Analysis of climatic factors showed that the average annual temperature has increased by + 1.2 °C over the past 30 years, and the average precipitation has decreased by 96.1 mm from 1991-2000. 18 sweet cherry varieties of local and foreign origin and their response to changes in the abiotic parameters of the climate were studied. 5 types of stress factors, most of which occur in the spring period, as well as their role in the formation of the generative potential of productivity of sweet cherry varieties, in particular for fruit buds, flowers, as well as yield capacity have been studied. The influence of spring frosts (in March, April) in the phenophase «spreading of scales», «extension of inflorescences», «flowering» on the death of structural elements of fruiting is shown. With this type

При данном виде стресса гибель генеративных структур может составлять от 0 до 100 %, в зависимости от температурного фактора и фенофазы развития. Урожайность также существенно варьировала, при небольшом повреждении плодовых почек 15-30 % составляла 13-45 кг/дер., при 30-100 % была минимальной 0,0-4,5 кг/дер.

При абиотическом стрессе в зимний период в фенофазе «органического покоя», гибель элементов плодоношения была существенной – 90-95 %, а урожайность соответственно низкой – 1,5-6,0 кг с дерева. Выделены местные сорта черешни – Алая, Волшебница, Мак, а также интродуцированный Крупноплодная, которые имели лучшую устойчивость к различным типам стресса.

Ключевые слова: СОРТ, ЧЕРЕШНЯ, КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, АБИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, АДАПТИВНОСТЬ, УРОЖАЙНОСТЬ, ПРОДУКТИВНОСТЬ

of stress, the death of generative structures can range from 0 to 100 %, depending on the temperature factor and the phenophase of development. The yield capacity also varied significantly, with a slight damage to fruit buds of 15-30 % it was 13-45 kg/tree; with a damage of 30-100 % it was the minimum 0.0-4.5 kg/tree. Under abiotic stress in winter in the «organic dormancy» phenophase the death of fruiting elements was significant –90-95 %, and the yield capacity was correspondingly low – 1.5-6.0 kg per tree. Local varieties of sweet cherries – Alaya, Volshebnitsa, Mak, as well as introduced Krupnoplodnaya, which had better resistance to various types of stress, were identified.

Key words: VARIETY, SWEET CHERRY, CLIMATE INDICATORS, ABIOTIC FACTORS, ADAPTIVITY, YIELD CAPACITY, PRODUCTIVITY

Введение. Интерес к производству высококачественных, ранних плодов черешни растет по всему миру. Однако, антропогенное изменение климата повлияло на все биологические системы, в связи с этим возросли риски при возделывании всех плодовых культур [1, 2].

Глобальное потепление климата также оказало существенное влияние на умерено-континентальный климат юга России, с формирующейся тенденцией резкого колебания температур и отсутствием четкой смены сезонов, что значительно увеличивает угрозы потери урожая [3, 4]. На повышение среднегодовых температур на +1,2...+1,7 °С указывают многие европейские авторы [2, 5].

В этой связи многие ученые предполагают, что более теплая зима может существенно снизить адаптацию растений [6], а также приведёт к разрозненности всех последующих фенофаз [1] и, как ожидается, уменьшит среднюю урожайность [7].

Наиболее уязвимыми для мороза являются цветочные почки, по некоторым данным максимальную устойчивость они имеют в последнюю неделю января-первую неделю февраля [8]. Бутоны и цветки имеют наименьшую устойчивость, поэтому могут выдержать только кратковременные отрицательные температуры [1, 9]. Однако, не только заморозки могут снижать урожайность, также одним из факторов, являются не благоприятные абиотические проявления в период опыления [10,11], поскольку как мужские, так и женские органы цветка очень чувствительны к изменению теплового баланса [12, 13], что говорит об узком пороге толерантности репродуктивных органов к колебаниям температур.

В этой связи цветение является одним из периодов, наиболее подвергнутых температурным колебаниям во многих регионах возделывания, что представляет опасность для будущего урожая [14, 15].

Множество различных факторов определяет урожайность и качество плодов – биология сорта, агротехника сада, климатические факторы, однако для черешни определяющими остаются абиотические показатели региона ее возделывания [16, 17].

Черешня весьма требовательная культура, южное происхождение не позволяет её выращивать даже во многих плодовых зонах Северо-Кавказского региона.

Таким образом, возникающие параметры изменения климата, определили актуальность данной работы, которая заключается в оценке потенциальных угроз снижения или полной потери биологического потенциала продуктивности сортов черешни.

Объекты и методы исследований. Исследования выполнены в Прикубанской зоне садоводства Краснодарского края в 2016-2020 гг. на базе ОПХ «Центральное» (г. Краснодар), в центре коллективного пользования (ЦКП) «Генетическая коллекция плодовых культур» СКФНЦСВВ.

Учеты и наблюдения проведены в коллекции научного центра на 18 сортах черешни (*C. avium L.*) различного генетического и эколого-географического происхождения. Схема посадки – 6 х 4 м, подвой – сеянцы антипки и дикой черешни.

В годы проведения исследований 2016-2020 гг. отмечались различные абиотические стрессы: низкие зимние температуры ($-17,0 \dots -23,0$ °C) в декабре 2016 г., весенние заморозки в марте 2019 г. ($-3,0 \dots -3,5$ °C), а также понижение температуры в марте ($-5,0 \dots -6,0$ °C) и апреле ($-4,0 \dots -5,0$ °C) 2020 г., которые спровоцировали подмерзание и гибель плодовых почек черешни.

Исследования осуществляли полевым и лабораторным методом. Фенологические наблюдения проводились ежегодно по всем сортам черешни, в течении всего периода вегетации еженедельно, в зимний период выборочно, при возникновении необходимости, связанной с изучением состояния покоя растений и возможного подмерзания генеративных органов. Фенофазы были запечатлены фотоаппаратом (Canon). Описание этапов развития растений в период зимнего покоя проводили 1-2 раза в месяц, в зависимости от климатических факторов; в период весеннего развития еженедельно; в период формирования и созревания плодов 2 раза в неделю; в осенний период 2 раза в месяц.

Основные биологические учёты проведены по «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [18] и «Программе и методике селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [19], анализ полученных данных проведен согласно «Программе Северо-Кавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 года» [20].

Обсуждение результатов. В данном исследовании освещены проблемы влияния изменения климата на генеративный потенциал сортов черешни, а именно: на плодовые почки, бутоны, цветы, которые в конечном итоге формируют урожай плодов. Потенциально последствия потепления климата могут быть отражены на каждой из изученных фенофаз: выход из покоя, распускание плодовых почек, цветение, формирование плодов и созревание.

Анализ абиотических параметров климата показал, что скорость потепления климата в условиях юга России (данные метеостанции по г. Краснодар) составляет на $+1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 30 лет, для этого сравнили два периода, каждый из которых составляет 30 лет (1961-1990 гг. и 1991-2020 гг.) (рис. 1).

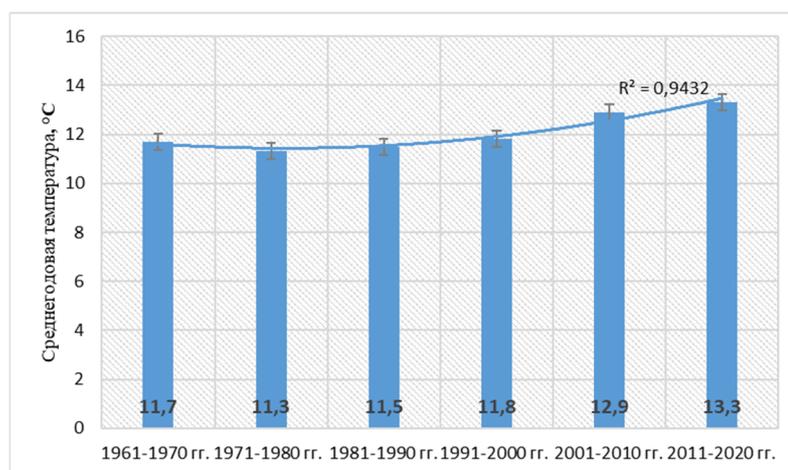


Рис. 1. Результаты анализа среднегодовых температурных показателей за период 1961-2020 гг. (метеостанция «Круглик», г. Краснодар)

Среднемесячная температура в самый холодный месяц года – январь, последние 30 лет (1991-2020 гг.) составляет $+0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, в то время как в предыдущий период наблюдения (1961-1990 гг.) составляла $-1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. В самый теплый месяц года июль средняя температура также увеличилась на $+2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, с $+23,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (1961-1990 гг.) до $+25,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (1991-2020 гг.).

Анализ количества среднегодовых осадков выявил определенную цикличность данного показателя, в начале изученного периода

(1961-1970 гг.) было около 720 мм осадков в год, затем отмечена тенденция к снижению до 690,1 мм в год. В последние 30 лет наблюдений показатели также имеют тенденцию к снижению до 696,1 мм в год за 10 лет (2011-2020 гг.), после сильного скачка до 790,2 мм в год (1991-2000 гг.) (рис. 2).

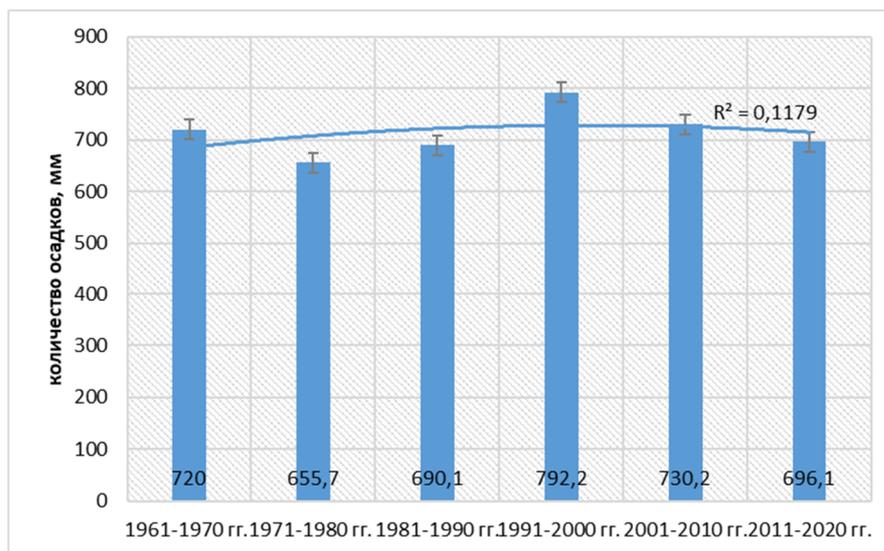


Рис. 2. Колебание среднегодового количества осадков за период 1961-2020 гг. (г. Краснодар)

Анализ абиотических факторов в различные фенологические периоды, связанные с формированием генеративной структуры урожая, показал, что практически ежегодно повторяются различные стрессоры в виде критических низких температур.

Большинство стрессоров приходится на весенний период (2019, 2020 гг.), которые связаны с возвратными заморозками и недостаточными температурами во время цветения. Периоды, когда плодовые растения черешни должны задействовать весь свой адаптивный потенциал для сохранения генеративных ресурсов, соответствовали следующим фенофазам: раздвижение чешуй, выдвижение соцветий, цветение. Однако в одни и те же периоды развития и календарные сроки повреждения могут значительно различаться, решающее значение имеет температурный фактор. В первую

очередь повреждению подвержены генеративные почки, в частности пестик, наименее морозостойкий орган цветка (рис. 3, 4, 5).

		
<p>Рис. 3. Жизнеспособный пестик сорта черешни Алая (10 марта 2020 г.)</p>	<p>Рис. 4. Подмерзание всех генеративных органов цветка после заморозка в период цветения у сорта Алая (14 апреля 2020 г.)</p>	<p>Рис. 5. Поврежденный пестик сорта черешни Алая после второго весеннего заморозка (16 марта 2020 г.)</p>

Абиотический стресс в зимний период 2016-2017 гг. был связан с ранними морозами ($-17...-23$ °С; 17 декабря), когда у растений еще не наступила фенофаза глубокого покоя, они находились на стадии органического покоя. В этот период гибель генеративных структур плодоношения была существенной и составляла 90-95 % (табл. 1).

Наблюдения, проведенные в 2019 и 2020 гг., показали, что в фенофазу «раздвижение чешуй», которая приходилась на вторую декаду марта, гибель плодовых почек может быть существенной и составлять 15-100 %.

Понижение температуры до $-3,0...-3,5$ °С (в 2019 г.) показало, что гибель плодовых почек черешни в этот период составляла от 0 до 15 %. Некоторые сорта – Бархатная, Волшебница, Алая, Дар изобилия – способны выдержать такие отрицательные температуры без повреждений, у них не отмечено подмерзания пестика и других органов цветка. Вследствие этого генетический биопотенциал изученных сортов черешни в

2019 г. не был полностью реализован, к тому же в период опыления были неблагоприятные погодные условия, что повлекло за собой осыпание 20-30 % цветков (табл. 1).

Таблица 1 – Анализ влияния погодных факторов на элементы плодоношения и урожайность сортов черешни, 2016-2020 гг.

Год	Абиотические стресс-факторы	Фенологические фазы развития	Гибель элементов плодоношения (плодовые почки, цветки), (среднее по сортам)	Урожайность, (в среднем по генколлекции), кг/дер.
2016/2017	раннезимние морозы (17 декабря; -17-23 °С)	«органический покой»	90-95 %	1,5-6,0
2019	весенние заморозки (13 марта; -3,0-3,5 °С)	«раздвижение чешуй»	0-15 %	13,0-45,0
	дождь со снегом в период цветения и низкая t (18 апреля; 0,0-1,0 °С)	«цветение»	20 -30 %	
2020	I волна заморозков (-5,0-6,0 °С; 16-17 марта)	«раздвижение чешуй»/ «выдвижение соцветий»	31-100 %	0,0-4,5
	II волна заморозков (-4,0-5,0 °С; 13-14 апреля)	«цветение»	92-100 %	

Примечание: *гибель элементов плодоношения.

В то время как заморозки до -5,0...-6,0 °С (в 2020 г.) в аналогичный период наблюдения («раздвижения чешуй»), привели к более существенной гибели элементов плодоношения от 34 до 100 %. Полную гибель (100 %) генеративных почек отмечали у ранних сортов – Деметра, Каштанка, Мели-топольская ранняя.

Температурные показатели также влияют на прохождение последующих фенофаз, в том числе на сроки созревания сортов черешни. Большинство ранних сортов созревает во II декаде мая, в этот период средняя температура составила +17,7 °С, для среднеранних сортов оптимальная температура составляет +19,3 °С, для средних – +22,2 °С, поздних – +23,9 °С (табл. 2).

Таблица 2 – Многолетние календарные сроки созревания изученных сортов черешни в Прикубанской плодовой зоне (2016-2020 гг., г. Краснодар)

Годы	Сроки созревания сортов черешни							
	ранние	t °С	среднеранние	t °С	средние	t °С	поздние	t °С
2016	10.05-24.05	17,9	25.05-5.06	18,6	6.06-10.06	20,2	11.06-16.06	23,5
2017	15.05-25.05	15,1	26.05-12.06	20,5	13.06-18.06	20,1	19.06-22.06	20,8
2018	16.05-21.05	20,9	22.05-4.06	19,6	5.06-16.06	22,7	17.06-22.06	26,3
2019	14.05-19.05	19,4	20.05-2.06	19,7	3.06-13.06	24,2	15.06-18.06	26,2
2020	18.05-25.05	15,4	26.05-5.06	18,2	6.06-13.06	23,9	14.06-19.06	22,7
Хср.	15.05-23.05	17,7	25.05-6.06	19,3	6.06-14.06	22,2	16.06-21.06	23,9
Сорта	Кавказская улучшенная* Краснодарская ранняя* Мадонна* Мелитопольская ранняя (к) Каштанка		Валерий Чкалов (к) Кавказская* Сашенька*		Бархатная* Волшебница* Рубиновая Кубани* Талисман (к) Ясно солнышко*		Алая* Дар изобилия* Деметра* Мак* Крупноплодная (к)	

Примечание: * – сорта селекции СКФНЦСВВ.

Взаимосвязь всех генеративных структур и абиотических показателей имеет свое непосредственное отражение при формировании урожая плодов. В вегетационные периоды, сопровождаемые стрессорами различного действия, продуктивность сортов существенно снижается.

Достаточно неблагоприятным для насаждений черешни был зимний период 2016-2017 гг., сорта имели низкую реализацию биопотенциала, составившую 2-8 % (если принять за оптимальную урожайность 70 кг/дер.), что составляло 1,5-6,0 кг с дерева. На данный вид стресса наилучшим образом отреагировали сорта Алая, Крупноплодная, Волшебница, Мак, у которых урожай составил 6,0-6,5 кг с дерева (табл. 3).

Таблица 3 – Продуктивность сортов черешни генколлекции СКФНЦСВВ в зависимости от условий года в Прикубанской зоне садоводства (ОПХ «Центральное», 2017-2020 гг.)

№	Сорт	Урожайность в разные годы исследований, кг/дер.					
		2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Сумма за 4 года	Среднее:
<i>Ранние сорта:</i>							
1	Каштанка	4,0	25,0	13,0	0,0	42,0	14,0
2	Краснодарская ранняя (к)	1,5	55,0	40,0	1,0	97,5	24,4
3	Мадонна	2,5	40,0	27,0	2,0	71,5	18,0
4	Мелитопольская ранняя	4,0	30,0	14,0	0,0	48,0	16,0
5	Кавказская улучшенная	2,0	42,0	45,0	2,5	91,5	22,8
Хср. по группе:		2,8	38,4	27,8	1,1	70,1	19,0
<i>Среднеранние сорта</i>							
6	Валерий Чкалов	2,0	35,0	25,0	1,5	63,5	16,0
7	Кавказская (к)	3,5	30,0	18,0	3,0	54,5	13,6
8	Сашенька	3,0	50,0	40,0	4,0	95,5	24,0
Хср. по группе:		2,8	38,3	27,7	2,8	71,2	17,9
<i>Средние сорта:</i>							
9	Бархатная	5,0	35,0	40,0	3,5	83,5	21,0
10	Волшебница (к)	6,0	50,0	45,0	4,5	102,5	25,6
11	Рубиновая Кубани	4,0	28,0	30,0	3,5	65,5	16,4
12	Центральная	3,5	55,0	40,0	2,5	101,0	25,3
13	Талисман	2,5	30,0	33,0	1,0	66,5	16,6
Хср. по группе:		4,2	39,6	37,6	3,0	121,0	21,0
<i>Поздние сорта:</i>							
14	Алая (к)	6,5	50,0	40,0	2,0	98,5	24,5
15	Деметра	3,5	30,0	30,0	0,0	63,5	16,0
16	Дар изобилия	5,5	35,0	42,0	3,0	85,5	21,5
17	Мак	6,5	27,0	35,0	4,5	73,0	18,3
18	Крупноплодная	6,0	50,0	40,0	2,0	100,0	25,0
Хср. по группе:		5,6	38,4	37,4	2,3	84,1	21,1
	НСР _{0,5}	0,5	1,9	0,8	0,5	2,2	1,1
	Хср:	3,9	38,7	32,6	2,3	86,6	19,8
Примечание: Хср. – среднее арифметическое.							

В 2018 г. не было критических низких температур и других погодных аномалий, поэтому была хорошая сохранность структурных компонентов плодоношения и его реализация составила 35,0-78,5 %, а урожайность соответственно была 25,0-55,0 кг с дерева. Наилучшей продуктивностью 50,0-55,0 кг с дерева отличались сорта Краснодарская ранняя, Сашенька, Волшебница, Центральная, Алая, Крупноплодная (см. табл. 3).

На 2019 г. пришлось два типа стресса в виде возвратных весенних заморозков и низких температур в период опыления, сорта по-разному реагировали на них, в этой связи урожайность значительно варьировала от 13,0 до 45,0 кг с дерева, реализация биопотенциала составила 18,6-64,3 %. Наилучшие показатели продуктивности были у сортов Краснодарская ранняя, Кавказская улучшенная, Сашенька, Бархатная, Волшебница, Центральная, Алая, Дар изобилия, Крупноплодная, которые сформировали 40,0-45,0 кг с дерева.

Наименее благоприятным для черешни был 2020 г., когда наблюдали две волны возвратных заморозков, в таких условиях практически у всех сортов урожай отсутствовал, а реализации генеративного потенциала составила 0,0-6,4 %. Максимально задействовали свой адаптивный потенциал сорта Мак, Волшебница, Сашенька, которые дали небольшой урожай 4,0-4,5 кг с дерева.

Выводы. На зимний вид стресса (низкие температуры в период органического покоя) наилучшим образом отреагировали сорта – Алая, Крупноплодная, Волшебница, Мак.

Наиболее устойчивыми к стрессорам весеннего периода (поздние заморозки) оказались сорта – Алая, Дар изобилия, Бархатная, Краснодарская ранняя, Кавказская улучшенная, Мак, Сашенька, Волшебница, Централь-

ная, Крупноплодная. Таким образом, максимально задействовали свой адаптивный потенциал сорта селекции СКФНЦСВВ, а также интродуцированный сорт Крупноплодная.

Литература

1. Götz K., Chmielewski F., Homanb T., Huschek G., Matzneller P., Harshadrai M. Seasonal changes of physiological parameters in sweet cherry (*Prunus avium* L.) buds // *Sci. Hortic.* 2014. № 172. P. 183–190. doi.org/10.1016/j.scienta.2014.04.012.
2. Darbyshire R., Farrera I., Martinez-Lüscher J., Berenhauser Leite G., Mathieu V. Yaacoubi A. E., Legave J.-M. A global evaluation of apple flowering phenology models for climate adaptation // *Agricultural and Forest Meteorology* 2017. № 240–241. P. 67-77. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.03.021>.
3. Zaremuk R., Dolya Y. The adaptive potential of sweet cherry varieties (*C. avium* L.) under the conditions of Southern horticulture // *BIO Web of Conferences.* 2020. № 25 (02004). P. 8. DOI: 10.1051/bioconf/20202502004.
4. Дорошенко Т.Н., Захарчук Н.В., Рязанова Л.Г. Адаптивный потенциал плодовых растений юга России: монография. Краснодар: КубГАУ, 2010. 131 с.
5. Wenden B., Barreneche, T. Meland M., Blanke M.M. Harmonisation of phenology stages and selected cherry cultivars as bioindicators for climate change // *Acta Hortic.* 2017. № 1162. P. 9-12. 10.17660/ActaHortic.2017.1162.2.
6. Paltineanu C., Chitub E. Climate change impact on phenological stages of sweet and sour cherry trees in a continental climate environment // *Sci. Hortic.* 2020. № 261 (109011). <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109011>.
7. Selak G. V., Perica S., Ban S. G., Poljak M. The effect of temperature and genotype on pollen performance in olive (*Olea europaea* L.) // *Sci. Hortic.* 2013. № 156. P. 38-46. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.03.029>.
8. Salazar-Gutiérrez R., Chaves B., Hoogenboom G. Freezing tolerance of apple flower buds Melba // *Sci. Hortic.* 2016. № 198. P. 344-351. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.12.003>.
9. Dziejdz E., Bieniasz M., Kowalczyk B. Morphological and physiological features of sweet cherry floral organ affecting the potential fruit crop in relation to the rootstock // *Sci. Hortic.* 2019. № 251. P. 127-135. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.03.013>.
10. Beyhan N., Karakas B. Investigation of the fertilization biology of some sweet cherry cultivars grown in the Central Northern Anatolian Region of Turkey // *Sci. Hortic.* 2009. № 121. P. 320-326. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.02.028>.
11. Hedhly A. Sensitivity of flowering plant gametophytes to temperature fluctuations // *Environmental and Experimental Botany.* 2011. № 74. P. 9-16. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2011.03.016>.
12. Hedhly A., Hormaza J. I., Herrero M. Effect of temperature on pollen tube kinetics and dynamics in sweet cherry *Prunus avium* (*Rosaceae*) // *American Journal of Botany.* 2004. № 91(4). P. 558-564. doi.org/10.3732/ajb.91.4.558.
13. Szymajda M., Pruski K., Zurawicz E., Sitarek M. Freezing injuries to flower buds and their influence on yield of apricot (*Prunus armeniaca* L.) and peach (*Prunus persica* L.) //

Canadian Journal of Plant Science. 2013. № 93 (2). P. 191-198.
<https://doi.org/10.4141/cjps2012-238>.

14. Дорошенко Т.Н., Рязанова Л.Г., Чумаков С.С., Зайнутдинов З.З. Устойчивость растений черешни к низким температурам весеннего периода: возможные индикаторы и механизмы // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2020. № 159. С. 294-302.
<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-159-020>.

15. Itamura H., Esumi T., Kramchote S., Yasuda N. Search for sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars suitable for warm climate in the southwestern region of Japan // Acta Horticulturae. 2019. № 1235. P. 279-282. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1235.38>.

16. Usenik V., Stampar F., Petkovsek M.M., Kastelec D. The effect of fruit size and fruit color on chemical composition in 'Kordia' sweet cherry (*Prunus avium* L.) // Journal of Food Composition and Analysis. 2015. № 38. P. 121-130.
<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2014.10.007>.

17. Еремина О.В. Изучение генофонда черешни, выделение доноров и источников селекционно-значимых признаков для создания адаптивных сортов // Научные труды СКФНЦСВВ. Том 25. Краснодар: СКФНЦСВВ, 2019. С. 59-70.

18. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. 257 с.

19. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под ред. Е.Н. Седова. Орел: ВНИИСПК, 1995. 351 с.

20. Программа Северо-Кавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 года / Под общ. ред. Е.А. Егорова. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2013. 202 с.

References

1. Götz K., Chmielewski F., Homanb T., Huschekc G., Matzneller P., Harshadrai M. Seasonal changes of physiological parameters in sweet cherry (*Prunus avium* L.) buds // Sci. Hortic. 2014. № 172. R. 183-190. doi.org/10.1016/j.scienta.2014.04.012.

2. Darbyshire R., Farrera I., Martinez-Lüscher J., Berenhauser Leite G., Mathieu V. Yaacoubi A. E., Legave J.-M. A global evaluation of apple flowering phenology models for climate adaptation // Agricultural and Forest Meteorology 2017. № 240-241. P. 67-77.
<https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.03.021>.

3. Zaremuk R., Dolya Y. The adaptive potential of sweet cherry varieties (*C. avium* L.) under the conditions of Southern horticulture // BIO Web of Conferences. 2020. № 25 (02004). R. 8. DOI: 10.1051/bioconf/20202502004.

4. Doroshenko T.N., Zaharchuk N.V., Ryazanova L.G. Adaptivnyj potencial plovodnyh rastenij yuga Rossii: monografiya. Krasnodar: KubGAU, 2010. 131 s.

5. Wenden B., Barreneche, T. Meland M., Blanke M.M. Harmonisation of phenology stages and selected cherry cultivars as bioindicators for climate change // Acta Hort. 2017. № 1162. R. 9-12. [10.17660/ActaHortic.2017.1162.2](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1162.2).

6. Paltineanu C., Chitub E. Climate change impact on phenological stages of sweet and sour cherry trees in a continental climate environment // Sci. Hortic. 2020. № 261 (109011). <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109011>.

7. Selak G. V., Perica S., Ban S. G., Poljak M. The effect of temperature and genotype on pollen performance in olive (*Olea europaea* L.) // Sci. Hortic. 2013. № 156. R. 38-46.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.03.029>.

8. Salazar-Gutiérrez R., Chaves B., Hoogenboom G. Freezing tolerance of apple flower buds Melba // *Sci. Hortic.* 2016. № 198. P. 344-351. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.12.003>.
9. Dzedzic E., Bieniasz M., Kowalczyk B. Morphological and physiological features of sweet cherry floral organ affecting the potential fruit crop in relation to the rootstock // *Sci. Hortic.* 2019. № 251. P. 127-135. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.03.013>.
10. Beyhan N., Karakas B. Investigation of the fertilization biology of some sweet cherry cultivars grown in the Central Northern Anatolian Region of Turkey // *Sci. Hortic.* 2009. № 121. P. 320-326. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.02.028>.
11. Hedhly A. Sensitivity of flowering plant gametophytes to temperature fluctuations // *Environmental and Experimental Botany.* 2011. № 74. P. 9-16. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2011.03.016>.
12. Hedhly A., Hormaza J. I., Herrero M. Effect of temperature on pollen tube kinetics and dynamics in sweet cherry *Prunus avium* (*Rosaceae*) // *American Journal of Botany.* 2004. № 91(4). R. 558-564. doi.org/10.3732/ajb.91.4.558.
13. Szymajda M., Pruski K., Zurawicz E., Sitarek M. Freezing injuries to flower buds and their influence on yield of apricot (*Prunus armeniaca* L.) and peach (*Prunus persica* L.) // *Canadian Journal of Plant Science.* 2013. № 93 (2). R. 191-198. <https://doi.org/10.4141/cjps2012-238>.
14. Doroshenko T.N., Ryazanova L.G., Chumakov S.S., Zajnutdinov Z.Z. Uстойчивost' rastenij chereshni k nizkim temperaturam vesennego perioda: vozmozhnye indikatory i mekhanizmy // *Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* 2020. № 159. S. 294-302. <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-159-020>.
15. Itamura H., Esumi T., Kramchote S., Yasuda N. Search for sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars suitable for warm climate in the southwestern region of Japan // *Acta Horticulturae.* 2019. № 1235. R. 279-282. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1235.38>.
16. Usenik V., Stampar F., Petkovsek M.M., Kastelec D. The effect of fruit size and fruit color on chemical composition in 'Kordia' sweet cherry (*Prunus avium* L.) // *Journal of Food Composition and Analysis.* 2015. № 38. R. 121-130. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2014.10.007>.
17. Eremina O.V. Izuchenie genofonda chereshni, vydelenie donorov i istochnikov selekcionno-znachimyh priznakov dlya sozdaniya adaptivnyh sortov // *Nauchnye trudy SKFNCSVV. Tom 25. Krasnodar: SKFNCSVV, 2019. S. 59-70.*
18. Programma i metodika sortoizucheniya plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur / Pod red. E.N. Sedova, T.P. Ogol'covej. Orel: VNIISPK, 1999. 257 s.
19. Programma i metodika selekcii plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur / Pod red. E.N. Sedova. Orel: VNIISPK, 1995. 351 s.
20. Programma Severo-Kavkazskogo centra po selekcii plodovyh, yagodnyh, cvetochno-dekorativnyh kul'tur i vinograda na period do 2030 goda / Pod obshch. red. E.A. Egorova Krasnodar: GNU SKZNIISiV, 2013. 202 s.