

ВЫДЕЛЕНИЕ ДЛЯ СЕЛЕКЦИОННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УСТОЙЧИВЫХ К ВЕСЕННИМ ЗАМОРОЗКАМ СОРТОВ СЛИВЫ ИЗ БИОРЕСУРСНОЙ КОЛЛЕКЦИИ ВНИИСПК*

Зоя Евгеньевна Ожерельева, кандидат сельскохозяйственных наук

Ангелика Олеговна Болгова, аспирант

Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур,

д. Жилина, Орловская область, Россия

E-mail: ozherelieva@orel.vniispk.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по выделению устойчивых к весенним заморозкам сортов сливы для селекционного использования. Работу проводили в 2022–2023 годах на участках первичного сортоизучения косточковых культур и в лаборатории ФГБНУ ВНИИСПК. Объект изучения — сорта сливы различного генетического происхождения биоресурсной коллекции института. Устойчивость к весенним заморозкам определяли в соответствии с Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. В лаборатории провели искусственное промораживание в климатической камере Espec PSL-2KPH (Япония). Оценили устойчивость генеративных органов сортов *Prunus domestica*, *Prunus salicina* и *Prunus × rossica* Erem. в полевых и контролируемых условиях. Сорта *Prunus × rossica* Erem. — Ветразь, Гек, Злато скифов и *Prunus salicina* — Орловская мечта, Скороплодная, Сувенир Востока показали высокую устойчивость цветков и бутонов после действия температуры минус 3 °С, Венгерка заречная, Стенлей и Кубанская комета — с долей погибших бутонов (не более 10%) и цветков (25%). Полученные в контролируемых условиях данные имели тесную корреляцию с полевой оценкой повреждений цветков сортов сливы $r = 0,75$. Наиболее устойчивые сорта сливы к весенним заморозкам в полевых и лабораторных условиях (Кубанская комета, Скороплодная и Орловская мечта) рекомендуются для использования в селекции.

Ключевые слова: *Prunus domestica*, *Prunus salicina*, *Prunus × rossica* Erem., весенние заморозки, бутоны, цветки, устойчивость

SELECTION FOR BREEDING USE OF PLUM VARIETIES RESISTANT TO SPRING FROSTS FROM THE BIORESOURCE COLLECTION OF VNIISPК

Z.E. Ozhereleva, PhD in Agricultural Sciences

A.O. Bolgova, PhD Student

Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Zhilin village, Oryol region, Russia

E-mail: ozherelieva@orel.vniispk.ru

Abstract. Spring frosts during flowering and fruit setting often deprive the plum of the harvest, worsen the general condition of trees and the quality of fruits. In this regard, the purpose of the research was to isolate plum varieties resistant to spring frosts for breeding use. The research was carried out in 2022–2023 at the sites of the primary variety study of stone crops and in the laboratory of the Physiology of the stability of fruit plants of the Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding. The objects of the study were plum varieties of various genetic origin of the bioresource collection of the Institute. The assessment of resistance to spring frosts in the field was carried out in accordance with the “Program and methodology of variety study of fruit, berry and nut crops”. In laboratory conditions, artificial freezing was carried out in the climate chamber Espec PSL-2KPH (Japan). The stability of generative organs of *Prunus domestica*, *Prunus salicina* and *Prunus × rossica* Erem. varieties was evaluated. in field and controlled conditions. Varieties of *Prunus × rossica* Erem. — Vetráz', Gek, Zlato Skifov and *Prunus salicina* — Orlovskaya mehta, Skoroplodnaya, Suvenir Vostoka showed high stability of flowers and buds after the action of temperature –3 °C. The varieties Hungarian Zarechnaya, Stanley and Kuban Comet withstood a temperature of –3 °C with a proportion of dead buds of no more than 10% and flowers of no more than 25%. The data obtained under controlled conditions had a close correlation with the field assessment of damage to plum blossoms $r = 0.75$. The most resistant to spring frosts in the field and laboratory conditions are the varieties of plum Kubanskaya cometa, Skoroplodnaya and Orlovskaya mehta.

Keywords: *Prunus domestica*, *Prunus salicina*, *Prunus × rossica* Erem., spring frosts, buds, flowers, stability

Слива — ценная косточковая культура. Ее плоды содержат до 21% сахаров, 3 — кислот, 2,5% — пектиновых веществ, 22 мг/100 г витамина С и другие биологически активные соединения, обладают по-

лезными для здоровья человека свойствами (противовоспалительные, антиоксидантные). [12]

Заморозки и другие неблагоприятные погодные условия во время цветения негативно влияют на

* Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ и тематического плана ВНИИСПК «Создание новых конкурентоспособных, адаптивных сортов косточковых культур с использованием инновационных методов селекции и разработка экологически безопасных элементов технологии выращивания и переработки» (FGZS-2022-0007) / The work was carried out within the framework of the state task of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation and the VNIISPК thematic plan “Creation of new competitive, adaptive varieties of stone crops using innovative breeding methods and development of environmentally friendly elements of cultivation and processing technology” (FGZS-2022-0007).

формирование урожая плодовых культур. У большинства из них бутоны начинают гибнуть при минус 1,5°C, раскрывшиеся цветки и завязи — минус 1,0°C. [5, 9, 10, 13]

Потепление климата способствует более раннему развитию растений. Активация ростовых процессов (распускание и цветение генеративных почек) садовых культур в начале весны усиливается, повышается риск повреждений цветков и бутонов заморозками. [6, 11, 16] В Австрии потепление в апреле 2016 и 2017 годов привело к раннему цветению яблони и от заморозков погибло почти 80% ее урожая. [15] Из-за похолодания в Европе в середине апреля 2017 года урожай яблони снизился на 24, груши — 12%. [17] Во Франции весной 2021 года снижение температуры привело к повреждению виноградников на 24...30%. [14] Последние десять лет швейцарские исследователи отмечают высокие потери при выращивании фруктов и винограда после действия весенних заморозков. [8] В Мичигане в 2007 году заморозки привели к подмерзанию цветочных почек у сортов вишни от 26,7 до 99,3%. [7]

В условиях степного Крыма понижение температуры до минус 2 и минус 4°C в 2017 году вызвало гибель всех генеративных почек гибридных форм сливы русской. [1] Во время цветения алычи в Южной степи Украины (2004 и 2009 годы) понижение температуры воздуха до минус 6...минус 11°C привело к сильному подмерзанию (82...85%) ее генеративных органов. В Краснодарском крае (2004 и 2009 годы) весенние заморозки (минус 6,5...минус 9°C) уничтожили полностью бутоны косточковых культур в период их формирования. [3] Почти ежегодно случаются пониженные положительные температуры и утренние заморозки во время цветения плодовых культур в Орловской области. В I декаде мая 1999 года температура опускалась до минус 3°C, во II — минус 1,5, в 2000 году соответственно до минус 2 и минус 1°C. С середины апреля среднесуточная температура воздуха превысила 10°C, максимальная в III декаде достигла 24,8 и 25,8°C соответственно. Такая теплая погода спровоцировала раннее цветение плодовых культур, что привело к подмерзанию их генеративных органов при последующем понижении температуры. В 2017 году в середине мая во время цветения сложились экстремальные погодные условия: 11 и 13 мая температура воздуха упала до минус 2°C, на поверхности почвы до минус 3,7°C при сильном северном и северо-восточном ветре. Произошло повреждение завязи косточковых культур и цветков яблони. [4, 9]

Селекция с применением устойчивых к весенним заморозкам сортов сливы позволит получить гибридное потомство для выделения новых сортов, отвечающих требованиям современного адаптивного садоводства.

Цель работы — выделить устойчивые к весенним заморозкам сорта сливы для использования их в селекции на заданный признак.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2022–2023 годах на участках первичного сортоизучения косточковых культур и в лаборатории физиологии устойчивости плодовых растений ВНИИСПК.

Почва на участках темно-серая лесная, с содержанием гумуса 3...4%, мощностью гумусового горизонта 30...35 см. Растения были посажены в 2019 году, схема размещения — 5×3 м. В междурядьях использовали черный пар, в приствольных полосах — гербициды.

Объект изучения — 13 сортов сливы различного генетического происхождения из биоресурсной коллекции ФГБНУ ВНИИСПК.

Слива домашняя (*Prunus domestica*): Венгерка белорусская (Деликатная × Стенлей), Венгерка заречная (Мичуринская × Красная десертная), Евразия 21 (получен от спонтанной гибридизации диплоидного сорта Лакресцент), Стенлей (Д'Аген × Гранд Дюк).

Слива китайская (*Prunus salicina*): Неженка (Скороплодная × Китайка), Орловская мечта (Аленушка — свободное опыление), Скороплодная (Уссурийская красная × Клаймакс), Сувенир Востока (Заря × Гигант (повторная гибридизация сортов первого поколения)), ЭЛС 18473 (Скороплодная — свободное опыление).

Слива русская (*Prunus × rossica* Erem.): Ветразь (Элитная форма 18/1 × Скороплодная), Гек (Скороплодная × Отличница), Злато скифов (свободное опыление сорта Кубанская Комета с применением мутагенов), Кубанская комета (Скороплодная × Пионерка).

Полевые учеты и наблюдения проводили согласно Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. [2] Для искусственного промораживания (температура — минус 1...минус 5°C, продолжительность — 4 ч, скорость снижения температуры — 1°C в час) использовали климатическую камеру Еспес PSL-2КРН (Япония). [5]

Сумма активных температур для каждого изученного сорта была рассчитана сложением среднесуточной температуры воздуха (5°C и выше) в весенний период, которая необходима для начала цветения сливы.

Данные обрабатывали методом однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с помощью программного пакета MS Excel. Существенные различия между сортами (HCP_{05}) определены с достоверной вероятностью 95%.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В 2022 году из-за продолжительного похолодания цветение сливы прошло позже на одну-две недели в зависимости от сорта. У изучаемых сортов сливы в I декаде мая отметили выдвигание и окрашивание бутонов. Минимальная температура воздуха в это время (минус 1,7°C) не оказала на них негативного влияния (рис. 1). Цветение у большинства сортов сливы наступило во II декаде мая. Сорта Асалода, Кубанская комета, Скороплодная, Сувенир Востока зацвели при сумме активных температур (САТ) — 281,6°C, Венгерка заречная, Ветразь, Злато скифов, Орловская мечта и ЭЛС 18476 — 289,5°C, Венгерка белорусская, Гек, Золотое руно, Евразия 21, Стенлей — 325,1°C. Цветение и плодоношение сортов сливы в 2022 году было обильное (5 баллов).

В 2023 году цветение сливы наступило в более ранние сроки из-за того, что среднесуточная температура воздуха в апреле (8,7°C) была на 3°C

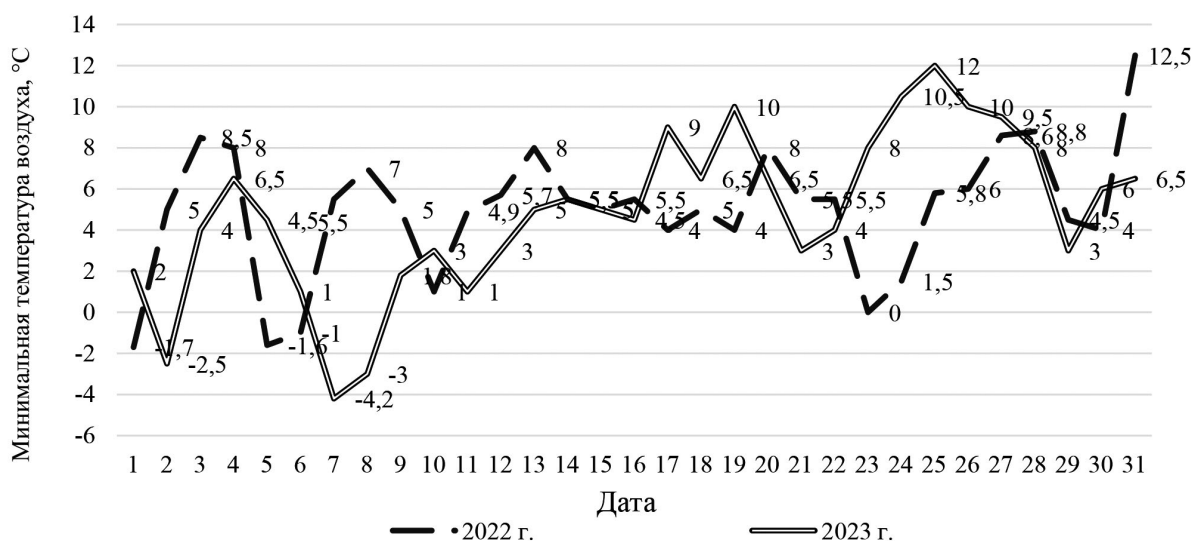


Рис. 1. Минимальная температура воздуха в мае 2022–2023 годов.

выше, чем в 2022 (5,7°C). Большинство сортов зацвели в конце апреля (25.04.23), САТ — 287,0°C, Венгерка белорусская и Стенлей — начале мая (01.05.23), САТ — 328,1°C. Снижение минимальной температуры воздуха до минус 2,5°C в начале мая не вызвало повреждения цветков и бутонов. Только у Евразии 21 и Неженки отметили подмерзание единичных цветков (1...2%). Весенние заморозки повторились 7 и 8 мая (минус 3,0°C и минус 4,2°C). Повреждение цветков варьировало от 18,9 до 66,4%. Максимальный уровень устойчивости отмечен у сортов Кубанская комета, Скороплодная и Орловская мечта. Большинство образцов характеризовались средним уровнем морозостойкости цветков. Сильнее, чем у других сортов они повредились (более 50%) у Злато скифов, Неженки и ЭЛС 18476 (рис. 2).

После воздействия температуры минус 4,2°C у сорта Венгерка заречная произошло слабое подмер-

зание бутонов — 9,4%. У отдельных сортов сливы Злато скифов, Скороплодная, Орловская мечта и Евразия 21 к этому времени образовалась завязь, которая повредилась заморозками по сортам — от 18,9 до 63,2%, в большей степени у Евразии 21 (63,2) и Злато скифов (56,5%).

В 2023 году, несмотря на хорошую и среднюю степень цветения сливы (4...3 балла), плоды сохранились только у некоторых сортов: Орловская мечта, Скороплодная, Венгерка белорусская и Кубанская комета. У Неженки и Евразии 21 отметили единичные плоды. Неблагоприятные погодные условия привели к повреждению генеративных органов сливы, а также плохому лёту пчел и других насекомых, что негативно сказалось на проращивании пыльцы, в результате не получилось полноценного оплодотворения и развития завязи.

В контролируемых условиях при снижении температуры до минус 1...2°C сорта сливы имели

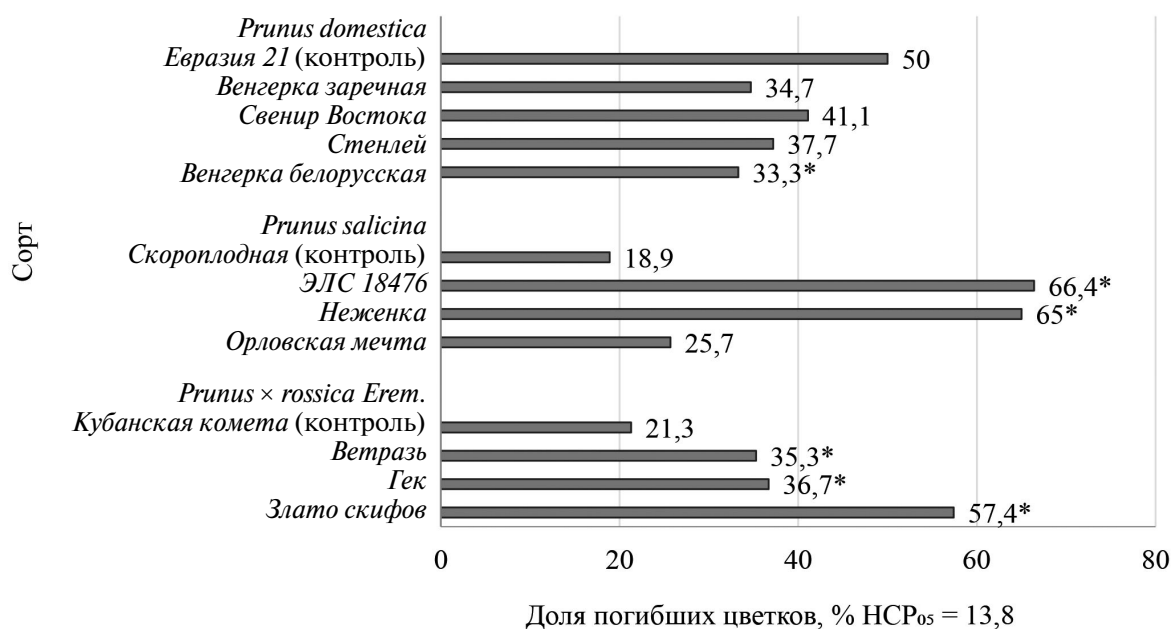


Рис. 2. Доля (%) поврежденных цветков сортов сливы температурой минус 4,2°C в полевых условиях (07.05.23), * — различия с контролем на 5% уровне значимости.

Таблица 1.

Доля поврежденных цветков и бутонов у сливы
после действия температуры минус 3°C
в контролируемых условиях, среднее за 2022–2023 годы

Сорт	Повреждение, %	
	Бутоны	Цветки
<i>Prúnus doméstica</i>		
Евразия 21 (контроль)	33,5	58,1
Венгерка белорусская	26,5	39,1*
Венгерка заречная	4,5*	9,8*
Стенлей	7,8*	20,9*
<i>Prunus salicina</i>		
Скороплодная (контроль)	0,0	0,0
Орловская мечта	0,0	0,0
Сувенир Востока	0,0	0,0
ЭЛС 18476	0,0	12,7
<i>Prunus × rossica Erem.</i>		
Кубанская комета (контроль)	2,5	17,0
Ветразь	0,0	0,0
Гек	0,0	0,0
Злато скифов	0,0	0,0
НСР ₀₅	15,9	17,1

Примечание. * – различия с контролем на 5% уровне значимости. То же в табл. 2, 3.

высокую устойчивость бутонов и цветков, что согласуется с полевыми данными 2022–2023 годов.

Опыты по искусственному промораживанию выявили сорта с высокой устойчивостью цветков и бутонов после действия температуры минус 3°C: слива русская – *Ветразь*, *Гек*, *Злато скифов* и китайская – *Орловская мечта*, *Скороплодная*, *Сувенир Востока*. У *Венгерки заречной*, *Стенлей* и *Кубанской кометы* присутствовала незначительная доля погибших бутонов (не более 10%) и цветков (25%). Самые сильные повреждения обнаружены у сортов сливы домашней – *Евразия 21* и *Венгерка белорусская* (табл. 1).

Таблица 2.

Доля поврежденных цветков и бутонов у сливы
после действия температуры минус 4°C
в контролируемых условиях, среднее за 2022–2023 годы

Сорт	Повреждение, %	
	Бутоны	Цветки
<i>Prúnus doméstica</i>		
Евразия 21 (контроль)	46,3	86,8
Венгерка белорусская	47,5	50,0*
Венгерка заречная	33,7	56,7*
Стенлей	13,9*	26,6*
<i>Prunus salicina</i>		
Скороплодная (контроль)	0,8	9,7
Орловская мечта	22,5	34,6
Сувенир Востока	12,2	32,2
ЭЛС 18476	63,2*	75,0*
<i>Prunus × rossica Erem.</i>		
Кубанская комета (контроль)	15,6	21,2
Ветразь	17,7	38,0
Гек	25,4	71,3*
Злато скифов	50,0*	61,4*
НСР ₀₅	28,8	29,6

В контролируемых условиях после действия температуры минус 4,0°C устойчивость цветков выше уровня контрольного сорта (*Евразия 21*) была у сливы домашней: *Венгерка белорусская*, *Венгерка заречная*, *Стенлей*. Сорт *Стенлей* характеризовался устойчивостью бутонов. Хорошую устойчивость цветков и бутонов на уровне контрольного сорта (*Скороплодная*) проявили производные сливы китайской: *Орловская мечта* и *Сувенир Востока*. У *ЭЛС 18476* показатель был ниже уровня контроля. Среди сортов сливы русской хорошей устойчивостью бутонов и цветков на уровне контроля (*Кубанская комета*) выделился

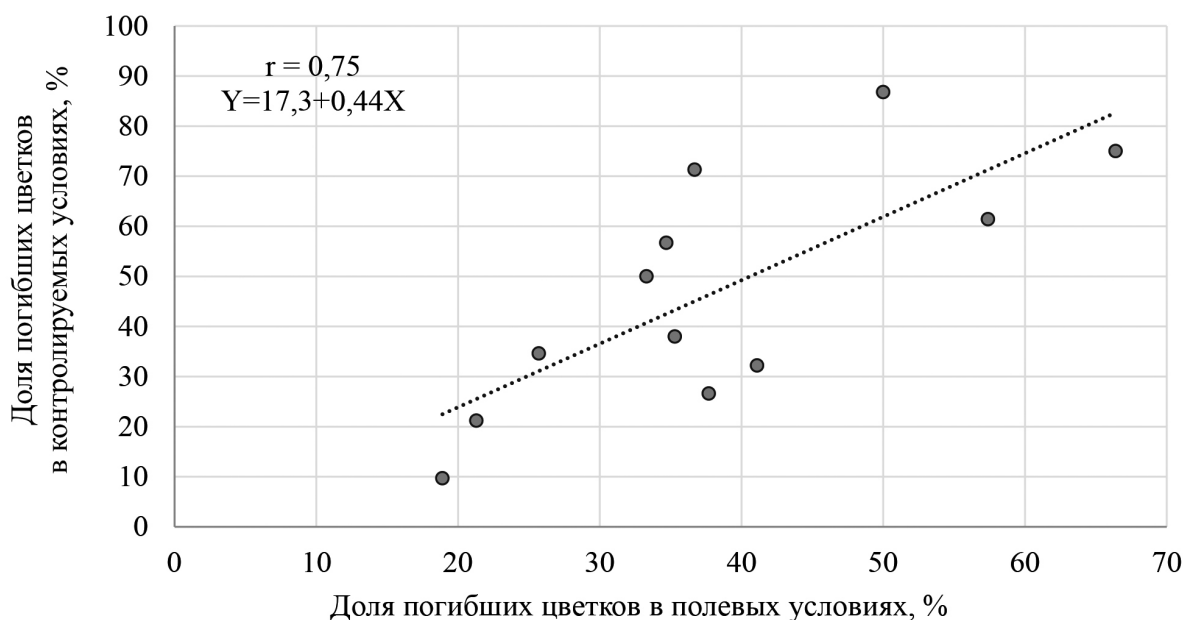


Рис. 3. Зависимость между степенью повреждения отрицательной температурой цветков сливы в полевых и лабораторных условиях.

Таблица 3.
Доля поврежденных цветков и бутонов у сливы после действия температуры минус 5°C в контролируемых условиях, среднее за 2022–2023 годы

Сорт	Повреждение, %	
	Бутоны	Цветки
<i>Prúnus doméstica</i>		
Евразия 21 (контроль)	100,0	100,0
Венгерка белорусская	80,0	91,0
Венгерка заречная	87,5	93,3
Стенлей	27,0*	55,5*
<i>Prunus salicina</i>		
Скорoplодная (контроль)	39,4	69,0
Орловская мечта	55,0	73,8
Сувенир Востока	39,2	75,5*
ЭЛС 18476	100,0*	100,0*
<i>Prunus × rossica</i> Erem.		
Кубанская комета (контроль)	42,3	69,9
Ветразь	51,3	72,1
Гек	87,5*	94,4*
Злато скифов	100,0*	100,0*
НСР ₀₅	19,0	13,5

сорт *Ветразь*. Остальные сорта сливы русской значительно уступали контрольному (табл. 2).

Полученные в контролируемых условиях данные имели тесную корреляцию с полевой оценкой повреждений цветков сортов сливы весенними заморозками (рис. 3).

В результате искусственного промораживания выделили сорта (*Ветразь* и *Орловская мечта*), показавшие среднюю морозостойкость цветков и бутонов при снижении температуры до минус 5°C на уровне своего контроля. Сорт *Стенлей* проявил большую устойчивость, чем контрольный (*Евразия 21*). Для бутонов и цветков остальных изученных сортов сливы такая температура оказалась критической (табл. 3).

Выводы. В результате оценки устойчивости бутонов и цветков к весенним заморозкам сортов *Prúnus doméstica*, *Prunus salicina* и *Prunus × rossica* Erem. из биоресурсной коллекции Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур в полевых и контролируемых условиях выделены и рекомендованы к использованию в селекционном процессе сорта сливы с максимальной выраженностью этого признака — *Кубанская комета*, *Скорoplодная* и *Орловская мечта*.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Горина В.М., Лукичева Л.А. Перспективы повышения устойчивости растений алычи (*Prunus cerasifera* Ehrh.) к воздействию отрицательных температур воздуха в условиях степного Крыма // Бюллетень ГНБС. 2019. № 132. С. 67–71. DOI: 10.25684/NBG.boolt.132.2019.08.
- Джигадло Е.Н., Колесникова А.Ф., Еремин Г.В. и др. Косточковые культуры. В кн.: Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой.

Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 300–350. ISBN 5-900705-15-3.

- Ожерельева З.Е., Болгова А.О., Гуляева А.А. Выделение источников высокой устойчивости бутонов и цветков к поздневесенним заморозкам для селекции сливы // Достижение науки и техники АПК. 2022. № 36 (10). С. 49–53. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_10_49.
- Ожерельева З.Е., Гуляева А.А. Устойчивость генеративных органов вишни к весенним заморозкам // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2018. № 4. С. 7–10. DOI: 10.30850/vrsn/2018/4/7-10.
- Ожерельева З.Е., Гуляева А.А. Устойчивость генеративных органов черешни к весенним заморозкам при искусственном промораживании // Юг России: экология, развитие. 2021. № 16 (2). С. 45–54. DOI: 10.18470/1992-1098-2021-2-45-54.
- Chitu E., Paltineanu C. Timing of phenological stages for apple and pear trees under climate change in a temperate-continental climate // International Journal of Biometeorology. 2020. Vol. 64. No. 5. PP. 1263–1271. doi: 10.1007/s00484-020-01903-2.
- Demirsoy H., Demirsoy L., Lang G.A. Research on spring frost damage in cherries // Horticultural Science (Prague). 2022. No. 49. PP. 89–94. DOI: 10.17221/91/2021-HORTSCI.
- Hu Y., Asante E.A., Lu Y. et al. A review of air disturbance technology for plant frost protection // International Journal Agricultural and Biological Engineering. 2018. Vol. 11. No. 3. PP. 21–28. DOI: 10.25165/j.ijabe.20181103.3172.
- Krasova N., Ozherelieva Z., Galasheva A. et al. Gene pool assessment in terms of apple tree generative organs resistance of different ploidy to spring frost // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 176. No. 03017. DOI: 10.1051/e3sconf/202017603017.
- Lamichhane J.R. Rising risks of late-spring frosts in a changing climate July // Nature Climate Change. 2021. Vol. 11. No. 7. PP. 554–555. DOI: 10.1038/s41558-021-01090-x.
- Pfleiderer P., Menke I., Schleussner C.F. Increasing risks of apple tree frost damage under climate change // Climatic Change. 2019. Vol. 157. PP. 515–525. DOI: 10.1007/s10584-019-02570-y.
- Scedei D.N., Iordănescu O.A., Dragunescu A.A. et al. Plum varieties features from Iugoj, Timis county, Romania, in terms of fruit quality // Scientific Papers. Series B, Horticulture. 2019. Vol. LXIII. No. 1. PP. 123–128.
- Szalay L., Gergő Gyökös I., Békefi Z. Cold hardiness of peach flowers at different phenological stages // Horticultural Science. (Prague). 2018. No. 45. PP. 119–124. DOI: 10.17221/146/2016-HORTSCI.
- Trompiz G. France braces for slump in wine output on weather woes. Reuters. 2021. Available from: <https://www.reuters.com/world/europe/france-forecastsfall-weather-hit-wine-output-historic-low-2021-08-06/> (дата обращения 21.03.2023 г.).
- Unterberger C., Brunner L., Nabernegg S. et al. Spring frost risk for regional apple production under a warmer climate // PLoS ONE. 2018. Vol. 13. No. 7. e0200201. DOI: 10.1371/journal.pone.0200201.
- Vitasse Y., Schneider L., Rixen C. et al. Increase in the risk of exposure of forest and fruit trees to spring frosts at higher elevations in Switzerland over the last four decades // Agricultural and Forest Meteorology. 2018. Vol. 248. No. 15. PP. 60–69. DOI: 10.1016/j.agrformet.2017.09.005.
- WAPA. European apple and pear crop forecast. Brussels: World Appel and Pear Organisation; 2018.

REFERENCES

1. Gorina V.M., Lukicheva L.A. Perspektivy povysheniya ustojchivosti rastenij alychi (*Prunus cerasifera* Ehrh.) k vozdeystviyu otricatel'nyh temperatur vozduha v usloviyah stepnogo Kryma // *Byulleten' GNBS*. 2019. № 132. S. 67–71. DOI: 10.25684/NBG.boolt.132.2019.08.
2. Dzhigadlo E.N., Kolesnikova A.F., Eremin G.V. i dr. Kos-tochkovye kul'tury. V kn.: Programma i metodika sortoi-zucheniya plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur / pod red. E.N. Sedova, T.P. Ogol'covej. Orel: VNIISPK, 1999. S. 300–350. ISBN 5-900705-15-3.
3. Ozherel'eva Z.E., Bolgova A.O., Gulyaeva A.A. Vydelenie istochnikov vysokoj ustojchivosti butonov i cvetkov k pozd-nevesennim zamorozkam dlya selekcii slivy // *Dostizhenie nauki i tekhniki APK*. 2022. № 36 (10). S. 49–53. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_10_49.
4. Ozherel'eva Z.E., Gulyaeva A.A. Ustojchivost' genera-tivnyh organov vishni k vesennim zamorozkam // *Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki*. 2018. № 4. S. 7–10. DOI: 10.30850/vrsn/2018/4/7-10.
5. Ozherel'eva Z.E., Gulyaeva A.A. Ustojchivost' genera-tivnyh organov chershni k vesennim zamorozkam pri iskusstvennom promorazhivanii // *Yug Rossii: ekologiya, razvitie*. 2021. № 16 (2). S. 45–54. DOI: 10.18470/1992-1098-2021-2-45-54.
6. Chitu E., Paltineanu C. Timing of phenological stages for apple and pear trees under climate change in a temperate-continental climate // *International Journal of Biometeorology*. 2020. Vol. 64. No. 5. PP. 1263–1271. DOI: 10.1007/s00484-020-01903-2.
7. Demirsoy H., Demirsoy L., Lang G.A. Research on spring frost damage in cherries // *Horticultural Science (Prague)*. 2022. No. 49. PP. 89–94. DOI: 10.17221/91/2021-HORTSCI.
8. Hu Y., Asante E.A., Lu Y. et al. A review of air disturbance technology for plant frost protection // *International Journal Agricultural and Biological Engineering*. 2018. Vol. 11. No. 3. PP. 21–28. DOI: 10.25165/j.ijabe.20181103.3172.
9. Krasova N., Ozherelieva Z., Galasheva A. et al. Gene pool assessment in terms of apple tree generative organs resistance of different ploidy to spring frost // *E3S Web of Conferences*. 2020. Vol. 176. No. 03017. DOI: 10.1051/e3sconf/202017603017.
10. Lamichhane J.R. Rising risks of late-spring frosts in a changing climate July // *Nature Climate Change*. 2021. Vol. 11. No. 7. PP. 554–555. DOI: 10.1038/s41558-021-01090-x.
11. Pfleiderer P., Menke I., Schleussner C.F. Increasing risks of apple tree frost damage under climate change // *Climatic Change*. 2019. Vol. 157. PP. 515–525. DOI: 10.1007/s10584-019-02570-y.
12. Scedei D.N., Iordănescu O.A., Dragunescu A.A. et al. Plum varieties features from Iugoj, Timis county, Romania, in terms of fruit quality // *Scientific Papers. Series B, Horticulture*. 2019. Vol. LXIII. No. 1. PP. 123–128.
13. Szalay L., Gergő Gyökös I., Békefi Z. Cold hardiness of peach flowers at different phenological stages // *Horticultural Science. (Prague)*. 2018. No. 45. PP. 119–124. DOI: 10.17221/146/2016-HORTSCI.
14. Trompiz G. France braces for slump in wine output on weather woes. Reuters. 2021. Available from: <https://www.reuters.com/world/europe/france-forecastsfall-weather-hit-wine-output-historic-low-2021-08-06/> (data obrashcheniya 21.03.2023 g.).
15. Unterberger C., Brunner L., Nabernegg S. et al. Spring frost risk for regional apple production under a warmer climate // *PLoS ONE*. 2018. Vol. 13. No. 7. e0200201. DOI: 10.1371/journal.pone.0200201.
16. Vitasse Y., Schneider L., Rixen C. et al. Increase in the risk of exposure of forest and fruit trees to spring frosts at higher elevations in Switzerland over the last four decades // *Agricultural and Forest Meteorology*. 2018. Vol. 248. No. 15. PP. 60–69. DOI: 10.1016/j.agrformet.2017.09.005.
17. WAPA. European apple and pear crop forecast. Brussels: World Apple and Pear Organisation; 2018.

Поступила в редакцию 18.07.2023

Принята к публикации 21.07.2023