

ИЗУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ

Научная статья

УДК 634.21:631.527:58.036.5

DOI: 10.30901/2227-8834-2025-4-40-49



Оценка морозоустойчивости новых сортов и селекционных форм абрикоса селекции Никитского ботанического сада

В. В. Корзин, В. М. Горина, Н. М. Саплев

*Никитский ботанический сад – Национальный научный центр Российской академии наук, Ялта, Россия***Автор, ответственный за переписку:** Вадим Валерьевич Корзин, korzin@rambler.ru

Актуальность. Культура абрикоса имеет очень короткий период зимнего покоя, а по скорости весеннего развития цветковых почек лидирует среди косточковых плодовых культур. В зонах южного плодоводства в январе – феврале часто наблюдаются потепления, что способствует выходу растений из состояния глубокого покоя и началу их вегетации. Цветковые почки и цветы абрикоса в зимне-весенний период гибнут при незначительных последующих похолоданиях, что часто является основным лимитирующим фактором при его промышленном возделывании.

Материалы и методы. Материалом служили 53 генотипа абрикоса селекции Никитского ботанического сада, произрастающих на Южном берегу Крыма (г. Ялта). Контроль – районированный и широко распространенный сорт 'Крымский Амур'. Использовали метод искусственного промораживания веток с цветковыми почками в климатической камере марки Memmert CTC-256 (Германия) при различных температурных режимах. Каждое промораживание считали как один вариант опыта. Затем выявляли количество погибших цветковых почек, выраженное в процентах.

Результаты. Определено влияние зимних морозов и возвратных весенних заморозков на 53 перспективных сорта и селекционные формы абрикоса. Установлена степень их морозоустойчивости при различных температурных режимах и с учетом их морфогенеза. Анализ статистической обработки данных результатов промораживания показал, что семь из изучаемых 53 сортов и селекционных форм абрикоса по показателям морозоустойчивости достоверно превышали по этому признаку контрольный сорт 'Крымский Амур'.

Заключение. Отобрано два сорта с медленными темпами развития генеративной сферы и повышенной морозоустойчивостью. Эти генотипы могут быть использованы с учетом других характеристик (урожайность, качество плодов, устойчивость к болезням, засухе и т. п.) для селекции на морозоустойчивость и промышленного внедрения.

Ключевые слова: *Prunus armeniaca* L., устойчивость к морозам, сорта, селекционные формы, селекция, цветковые почки, искусственное промораживание

Благодарности: исследование выполнено в рамках государственного задания FNNS-2025-0005 «Интродукция и изучение генофонда южных плодовых, орехоплодных и ягодных культур по хозяйственно ценным признакам, повышение эффективности селекционно-генетических исследований и выведение новых сортов для промышленного садоводства».

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Корзин В.В., Горина В.М., Саплев Н.М. Оценка морозоустойчивости новых сортов и селекционных форм абрикоса селекции Никитского ботанического сада. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2025; 186(4):40-49. DOI: 10.30901/2227-8834-2025-4-40-49

STUDYING AND UTILIZATION OF PLANT GENETIC RESOURCES

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2025-4-40-49

Assessment of frost resistance in new cultivars and breeding forms of apricot developed at the Nikita Botanical Gardens

Vadim V. Korzin, Valentina M. Gorina, Nikita M. Saplev

*Nikita Botanical Gardens – National Research Center of the Russian Academy of Sciences, Yalta, Russia***Corresponding author:** Vadim V. Korzin, korzinv@rambler.ru

Background. The apricot crop has a very short period of winter dormancy, and in terms of the speed of springtime development of generative buds, it is the leader among stone fruit crops. In the southern fruit-growing zones, warming is often observed in January – February, which helps the plant to emerge from deep dormancy and start vegetating. Apricot flower buds and flowers perish in the winter-spring period with minor subsequent cold snaps, which is often the main limiting factor in industrial cultivation.

Materials and methods. The material consisted of 53 apricot genotypes developed by breeders at the Nikita Botanical Gardens, growing on the southern coast of Crimea (Yalta). The control was the zoned and widespread cultivar 'Krymsky Amur'. Artificial freezing of branches was performed in a Memmert CTC-256 climate chamber (Germany) under different temperature conditions. Each freezing was considered one variant of the experiment. Then, the percentage of dead buds was calculated.

Results. The effect of winter frosts and recurrent spring frosts on 53 promising cultivars and breeding forms of apricot was assessed. The degree of their frost resistance was established under various temperature conditions and taking into account their morphogenesis. The analysis of the statistical processing of the freezing results showed that seven of the studied 53 apricot genotypes significantly exceeded the control cultivar 'Krymsky Amur' in terms of frost resistance.

Conclusion. Two cultivars with increased frost resistance and slow development rates of their generative system were selected. Taking into account their other characteristics (yield, fruit quality, resistance to diseases, drought, etc.), these genotypes can be used in breeding for frost resistance, and may be introduced into commercial production.

Keywords: *Prunus armeniaca* L., resistance to frosts, cultivars, breeding forms, breeding, generative buds, artificial freezing

Acknowledgements: the study was carried out within the framework of the state task, FNNS-2025-0005 "Introduction and studying of the gene pools of southern fruit, nut and berry crops according to valuable agronomic traits, increasing the efficiency of breeding and genetic research, and development of new cultivars for industrial horticulture."

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Korzin V.V., Gorina V.M., Saplev N.M. Assessment of frost resistance in new cultivars and breeding forms of apricot developed at the Nikita Botanical Gardens. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2025;186(4):40-49. (In Russ.). DOI: 10.30901/2227-8834-2025-4-40-49

Введение

Абрикос является широко возделываемой косточковой плодовой культурой в мире и Российской Федерации. Его насаждения занимают 560 тыс. га в 68 странах мира. Ежегодный валовой сбор плодов насчитывает около 4,34 млн т, но он не удовлетворяет существующий спрос. Производство в основном сосредоточено в странах Европы и Азии. С 1991 г. площади под абрикосовыми насаждениями в мире увеличились почти в два раза – с 32 0279 до 55 9376 га. В России возделывание культуры широко распространено на юге страны: Краснодарский и Ставропольский края, Ростовская область, Крым и Северный Кавказ. Имеются насаждения абрикоса в Волгоградской и Воронежской областях, а также в Хабаровском и Приморском краях, на Дальнем Востоке (Korzin, 2019; Fernández et al., 2023; <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>).

Абрикос отличается повышенной морозоустойчивостью: так, его цветковые почки в состоянии глубокого покоя переносят понижение температуры до -28° и даже до $-35...-40^{\circ}\text{C}$ (Liu et al., 2012; Gorina, Korzin, 2016). Механизм «глубокого покоя» до сих пор не до конца изучен, но известно, что его продолжительность зависит как от генотипа, так и от количества низких положительных температур в осенне-зимний период (Viti et al., 2010). Абрикос характеризуется очень коротким периодом зимнего покоя, а по скорости весеннего развития цветковых почек и начала цветения культура превосходит многие косточковые плодовые породы. Эта особенность повышает вероятность повреждения цветковых почек растений абрикоса поздними весенними заморозками и ограничивает географическое распространение культуры (Doğan et al., 2023).

Проблема повышения зимостойкости генеративных почек абрикоса является актуальной для многих стран мира (Чехия, Венгрия, Молдова, Россия, Польша, США, Турция, Китай и др.). Так, в Калифорнии (США) с использованием среднеазиатских сортов пытаются создать высокзимостойкие и морозоустойчивые сорта (Ledbetter, 2010). В Китае созданы сорта серии Longken, выдерживающие минимальные температуры до $-40...-50^{\circ}\text{C}$. В Венгрии этими вопросами занимаются на кафедре помологии факультета садоводческих наук (Department of Pomology, Faculty of Horticultural Sciences) и на кафедре биометрики и сельскохозяйственной информатики Университета св. Иштвана (Department of Biometrics and Agricultural Informatics, Szent István University, Budapest, Hungary), в Польше – в НИИ садоводства (Research Institute of Horticulture, Skierniewice, Poland), в Чехии – на факультете садоводства Университета Менделя (Faculty of Horticulture, Mendel University, Brno, Czech Republic), в Турции с 1999 г. – в рамках программы селекции абрикоса Университета Инёню (Apricot Breeding Program, Apricot Research Center, İnönü University). В Никитском ботаническом саду (НБС) селекционные работы в этом направлении начаты еще в 50-х годах XX столетия К. Ф. Костиной и А. М. Шолоховым (Kostina, 1956; Layne, Gadsby, 1995; Szalay et al., 2016; Doğan, 2023).

В настоящее время известно, что наиболее позднее цветение растений абрикоса позволяет им избегать негативного воздействия поздних весенних заморозков. Время цветения контролируется генетически и среди генотипов может значительно варьировать. Большая часть селекционных усилий сосредоточена на создании сортов с поздним цветением. В НБС за последнее время создан

ряд новых гибридов и сортов, которые и были включены в данное исследование (Demirtas et al., 2010; Gorina, Korzin, 2016; Gorina et al., 2020).

Значительная сопряженность зимостойкости в естественных условиях с морозостойкостью в лабораторных исследованиях позволяет дать более точную оценку устойчивости цветковых почек к воздействию на них низких отрицательных температур воздуха. Для этого используется метод искусственного промораживания веток в холодильных камерах (Smykov, 1999).

Цель исследований – изучение новых сортов и селекционных форм *Prunus armeniaca* L. и отбор перспективных морозоустойчивых сортов и гибридных форм селекции НБС, ценных для использования в селекции абрикоса и промышленного внедрения.

Объекты и методы исследования

В течение 2021–2023 гг. изучали морозостойкость цветковых почек сортов и селекционных форм абрикоса селекции НБС. В эксперимент включены 53 генотипа абрикоса из коллекций НБС, расположенных на Южном берегу Крыма (г. Ялта). Контролем служил районированный и широко распространенный сорт 'Крымский Амур'.

Использовали метод искусственного промораживания веток с цветковыми почками в климатической камере марки Memmert CTC-256 (Германия). Срезанные ветви в количестве пяти штук каждого генотипа, длиной 25–30 см, с цветковыми почками (40–60 шт.), помещали в камеру искусственного промораживания января по март. Предварительно осуществляли их закаливание, выдерживая в течение 12 часов в камере с нулевой температурой. Затем температуру понижали до -2°C и выдерживали еще 4 часа. Промораживание осуществляли при различной температуре воздуха от -11 до -20°C (зависело от стадии морфогенеза цветковых почек и календарных сроков проведения эксперимента). Температуру при промораживании снижали со скоростью 2°C в час до выбранного предела, выдерживали в течение 12 часов и с такой же скоростью повышали до 4°C или до температуры окружающей среды в данный период. Ветви держали в морозильной камере в течение одного дня. Затем их помещали в климатические камеры с высокой влажностью воздуха. Почки разрезали и визуальным путем определяли по изменению окраски тканей, определяли погибшие (Sedov, Ogoltsova, 1999; Szalay et al., 2000; Szalay, 2001; Samigullina, 2006).

Каждое промораживание считали за один вариант опыта. Затем выявляли количество погибших цветковых почек, выраженное в процентах. Статистический анализ проведен с помощью метода вариационного анализа и различий между средними данными с использованием однофакторного дисперсионного анализа при $P \leq 0,5$ (Dospekhov, 1985).

Результаты и обсуждение

В климатической тест-камере Memmert провели промораживание цветковых почек 53 перспективных сортов и гибридных форм абрикоса для определения негативного влияния на них зимних морозов и возвратных весенних заморозков (табл. 1). Данный метод позволяет предварительно оценивать растения в течение одного года исследований при различных температурных режимах с учетом их морфогенеза, что увеличивает результа-

Таблица 1. Гибель цветковых почек абрикоса на ранней стадии их развития после искусственного промораживания

Table 1. Death of apricot flower buds at an early stage of their development after artificial freezing

Сорт, селекционная форма	Фаза развития пыльцы	Гибель, %	Фаза развития пыльцы	Гибель, %	Фаза развития пыльцы	Гибель, %
	25.01.2021 (-20°C)		24.01.2022 (-20°C)		16.01.2023 (-20°C)	
‘Крымский Амур’ (контроль)	сп. т.	97,5	сп. т.	89,8	сп. т.	90,0
0-11	сп. т.	100,0	сп. т.	94,6	сп. т.	100,0
8534	сп. т.	100	сп. т.	0	сп. т.	100,0
8945	сп. т.	100	сп. т.	93,3	сп. т.	87,5
9471	сп. т.	100,0	сп. т.	90,9	сп. т.	92,1
Зоркий обл. 9/9	сп. т.	97,1	сп. т.	100	сп. т.	100,0
Цитология 115	сп. т.	100	сп. т.	99,2	сп. т.	98,0
‘Алупкинский’	сп. т.	100	тетр.	92,3	сп. т.	100,0
‘Альдебар’	сп. т.	95,2	сп. т.	69,4	сп. т.	90,7
‘Артек Новый’	сп. т.	98	сп. т.	74,1	сп. т.	90,0
‘Атлант’	сп. т.	96,2	сп. т.	95,2	сп. т.	98,4
‘Ашос’	сп. т.	95,0	сп. т., мкс.	100	сп. т.	100,0
‘Бриг’	сп. т.	94,4	сп. т.	100	сп. т.	100,0
‘Вкус Лета’	сп. т.	83,5	сп. т.	94,6	сп. т.	89,5
‘Гамлет’	сп. т.	91,8	сп. т.	85,6	сп. т.	100,0
‘Городской’	сп. т.	80,2	сп. т.	73,2	сп. т.	100,0
‘Дионис’	сп. т.	100,0	сп. т.	98,2	сп. т.	100,0
‘Запоздалый’	сп. т.	83	сп. т.	71,4	сп. т.	100,0
‘Звездочёт’	сп. т.	83,7	сп. т.	86,1	сп. т.	93,5
‘Зевс’	сп. т.	100	сп. т.	93,6	сп. т.	100,0
‘Искорка Тавриды’	сп. т.	99	сп. т.	61,2	сп. т.	98,8
‘Исток’	сп. т.	100,0	сп. т.	100	сп. т.	100,0
‘Казачок’	сп. т.	81,6	сп. т.	81,2	сп. т.	96,1
‘Костинский’	сп. т.	100,0	сп. т.	93,4	сп. т.	100,0
‘Любимец Рихтера’	сп. т.	82,4	сп. т.	54,3	сп. т.	86,2
‘Метеор’	сп. т.	96,5	сп. т.	66,6	сп. т.	91,7
‘Найдёныш’	сп. т.	79,0	сп. т.	97,9	сп. т.	100,0
‘Никитский Десерт’	сп. т.	78,3	сп. т.	83,2	сп. т.	100,0
‘Одиссей’	сп. т.	96,0	сп. т.	91,9	сп. т.	95,6
‘Олимпри’	сп. т.	100	сп. т.	99,1	сп. т.	95,7
‘Олис’	сп. т.	100,0	сп. т.	93,9	сп. т.	100,0
‘Орион’	сп. т.	100,0	сп. т.	91,6	сп. т.	97,1
‘Память о Друге’	сп. т.	94,5	сп. т.	95,9	сп. т.	100,0

Таблица 1. Окончание

Table 1. The end

Сорт, селекционная форма	Фаза развития пыльцы	Гибель, %	Фаза развития пыльцы	Гибель, %	Фаза развития пыльцы	Гибель, %
	25.01.2021 (-20°C)		24.01.2022 (-20°C)		16.01.2023 (-20°C)	
‘Подарок Судьбы’	сп. т.	99,2	мкс., тетр.	100	сп. т.	98,9
‘Посейдон’	сп. т.	100	сп. т.	100	сп. т.	99,3
‘Радость’	сп. т.	98,4	сп. т.	84,5	сп. т.	100,0
‘Родос’	сп. т.	73,3	сп. т.	64,7	сп. т.	63,9
‘Русич’	сп. т.	97,4	сп. т.	88,1	сп. т.	97,1
‘Самаритянин’	сп. т.	91,7	сп. т.	85,5	сп. т.	85,3
‘Сенатор’	сп. т.	97,3	сп. т.	66,3	сп. т.	81,3
‘Смачный’	сп. т.	98,0	сп. т.	82,3	сп. т.	95,0
‘Сотник’	сп. т.	100,0	сп. т.	93,9	сп. т.	100,0
‘Талисман Крыма’	сп. т.	87,5	сп. т.	75,8	сп. т.	97,0
‘Тамплиер’	сп. т.	79,4	сп. т.	84,5	сп. т.	97,5
‘Фиолент’	сп. т.	77,4	сп. т.	85,1	сп. т.	97,4
‘Форвард’	сп. т.	92,5	сп. т.	87,7	сп. т.	78,9
‘Форос’	сп. т.	92,5	сп. т.	95,2	сп. т.	97,1
‘Фрегат’	сп. т.	100,0	сп. т.	95,1	сп. т.	88,0
‘Хуторянин’	сп. т.	95,0	сп. т.	70,9	сп. т.	85,4
‘Шалер’	сп. т.	97,1	сп. т.	72,9	сп. т.	98,0
‘Школьный’	сп. т.	100,0	сп. т.	97,3	сп. т.	100,0
‘Этюд’	сп. т.	100	сп. т.	98,2	сп. т.	100,0
‘Ярило’	сп. т.	12,8	сп. т.	54,7	сп. т.	70,0
LSD 0.05	–	8,2	–	6,8	–	7,8

Примечание: сп. т. – спорогенная ткань; мкс. – микроспорциты; тетр. – тетрады микроспор

Note: сп. т. – sporogenous tissue; мкс. – microsporocytes; тетр. – microspore tetrads

тивность (Sedov, Ogoltsova, 1999; Szalay et al., 2000; Szalay, 2001; Samigullina, 2006).

В течение января 2021 г. наблюдали преимущественно теплую погоду и обильные осадки. В среднем за месяц температура воздуха составила 6,0°C, что на 2,9°C выше средней многолетней температуры. Так, за первую декаду этого месяца температура воздуха составила 9,1°C (выше средних многолетних показателей на 5,1°C), что является абсолютным рекордом для этого периода за все время наблюдений на агрометеостанции, начиная с 1930 г. Похолодание отмечено в середине месяца: минимальная температура воздуха опускалась до -4,8°C. Днем в этот период наблюдали оттепели до +0,9...+2,2°C, что способствовало образованию обледенения растений. Осадки в виде мокрого снега и дождей шли в течение 26 дней и в сумме составили 100,0 мм, или 137% от нормы. Снежный покров в плодовом саду достигал 7 см. В этом месяце у изучаемых генотипов генеративные почки оставались на стадии формирования спорогенной

ткани или ее завершения. С целью выявления наиболее морозостойких сортов температура в климатической камере была установлена на уровне -20°C. Согласно данным других исследователей (Szalay et al., 2016), температура в районе -20...-22°C является критической для цветковых почек абрикоса. Отобран один генотип с наименьшим повреждением генеративной сферы: ‘Ярило’ (гибель почек составила 12,8%). У остальных генотипов повреждения почек при промораживании фиксировали на уровне от 77,4% до 100%. У контрольного сорта ‘Крымский Амур’ повреждения генеративной сферы составило 97,5% (см. табл. 1).

Первая декада января 2022 г. была очень теплой: среднесуточные температуры превышали средние многолетние показатели на 1–8°C. Максимальная температура воздуха поднималась до 14,9°C, а минимальная не опускалась ниже 0,3°C. В среднем за декаду температура воздуха составила 8,0°C (на 4,0°C выше средней многолетней). Осадки выпали в начале декады и в сумме соста-

вили 4,0 мм (14% от нормы). Начиная со второй декады января погода определялась прохождением атмосферных холодных фронтов, минимальные температуры воздуха опускались до отметки $-3,6^{\circ}\text{C}$. В среднем температура воздуха составила $2,0^{\circ}\text{C}$, что ниже средних многолетних температур Южного берега Крыма на $1,1^{\circ}\text{C}$. Осадки в виде мокрого снега и дождей в сумме составили 25,6 мм, или 110% от средних многолетних показателей. В этом месяце у большинства изучаемых генотипов цветковые почки оставались на стадии формирования спорогенной ткани или ее завершения. По данным других исследователей (Szymajda et al., 2013; Gorina, Korzin, 2016; Szalay et al., 2016; Murray, 2020), в этой фазе они обладают наибольшей морозостойкостью и могут переносить морозы в европейских условиях до $-18...-24^{\circ}\text{C}$. По результатам промораживания 2022 г. были отобраны следующие генотипы: 'Альдебар', 'Искорка Тавриды', 'Любимец Рихтера', 'Метеор', 'Родос', 'Сенатор' и 'Ярило'. Гибель цветковых почек у них отмечали от 0 до 69,4%. У контрольного сорта 'Крымский Амур' повреждение генеративной сферы составило 89,8% (см. табл. 1).

В течение января 2023 г. наблюдали преимущественно теплую погоду. Так, в первой декаде января температура воздуха в среднем была на $1,9^{\circ}\text{C}$ выше средней многолетней температуры, а во второй – на 4°C . Последний раз такое превышение температуры фиксировали в 1955 г. В третьей декаде также сохранялась очень теплая погода. Максимальная температура воздуха днем повышалась до $13,4^{\circ}\text{C}$, а минимальная ночью опускалась до $1,9^{\circ}\text{C}$. В среднем за декаду температура воздуха составила $6,3^{\circ}\text{C}$, что выше средних многолетних температур на $3,0^{\circ}\text{C}$. В январе 2023 г. у всех изучаемых сортов и селекционных форм цветковые почки были на стадии формирования спорогенной ткани. У большинства (94,3%) включенных в опыт сортов и се-

лекционных форм повреждение составило от 80 до 100%. Отобрано три сорта селекции НБС: 'Форвард' (гибель почек – 78,9%), 'Ярило' (70,0%) и 'Родос' (63,9%) (см. табл. 1).

Второе промораживание проводили в феврале 2021 г. на более поздних стадиях развития цветковых почек, когда морозоустойчивость их снижается и возможно повреждение возвратными заморозками. В феврале 2021 г. погода определялась средиземноморской воздушной массой, температурный фон был выше средних многолетних температур на $5-8^{\circ}\text{C}$. Максимальная температура в эти дни повышалась до $15,2^{\circ}\text{C}$. Теплая погода продолжалась до 12 февраля, после чего из-за проникновения арктического воздуха погода резко изменилась. Среднесуточные температуры понизились до отрицательных значений ($-1...-3^{\circ}\text{C}$) и часто были ниже средних многолетних показателей на $5-7^{\circ}\text{C}$. Морозный период наблюдали в течение 9 дней подряд. Несмотря на похолодание в этом месяце, отмечено значительное продвижение в стадиях развития почек у большинства исследуемых сортов. Поэтому температура промораживания была установлена на уровне -16°C . Согласно зарубежным исследованиям (Szabó et al., 1995), именно такую температуру в конце зимы могут переносить цветковые почки абрикоса без их существенной гибели. По результатам промораживания отобраны 26 (49,1%) сортов и селекционных форм с гибелью генеративной сферы от 0 до 41,5%. С повреждениями почек до 10% отобрано 11 генотипов. Это такие сорта, как 'Запоздалый', 'Искорка Тавриды', 'Исток', 'Казачок', 'Любимец Рихтера', 'Одиссей', 'Родос', 'Форос', 'Шалер', 'Ярило' и селекционная форма 0-11 (см. табл. 2). В условиях Южного берега Крыма цветение большинства сортов и селекционных форм абрикоса происходит в марте, и дальнейшие опыты по промораживанию не актуальны.

Таблица 2. Гибель цветковых почек абрикоса на поздних стадиях их развития после искусственного промораживания

Table 2. Death of apricot flower buds at late stages of their development after artificial freezing

Сорт, селекционная форма	Фаза развития пыльца	Гибель, %	Фаза развития пыльца	Гибель, %	Фаза развития пыльца	Гибель, %
	24.02.2021 (-16°C)		04.03.2022 (-11°C)		17.02.2023 (-14°C)	
'Крымский Амур' (контроль)	диф. мит.	82,3	мкп.	73,9	сп. т.	20,4
0-11	диф. мит.	0	1-я п-ца	100	мкс.	54,8
8534	мкп., диф. мит.	82	мкп., 1-я п-ца	78,6	мкп.	14,2
8945	мкп.	57,3	мкп.	98,0	мкс.	1,4
9471	диф. мит.	97,3	мкп.	91,2	сп. т.	17,4
Зоркий обл. 9/9	диф. мит.	75,9	мкп., 1-я п-ца	73,9	мкс.	21,6
Цитология 115	мкп.	93,4	1-я п-ца	90,6	мкп.	69,8
'Алупкинский'	тетр., мкп	33,3	мкп., 1-я п-ца	52,0	мкс.	14,4
'Альдебар'	мкп., диф. мит.	64,4	1-я п-ца	37,9	сп. т.	2,9
'Артек Новый'	мкп.	13,2	мкп., 1-я п-ца	79,8	мкс.	3,6
'Атлант'	мкп., диф. мит.	93,7	зр. п-ца	100	тетр., мкп.	43,0
'Ашос'	мкп., диф. мит.	84,5	мкп., 1-я п-ца	99,3	зр. п-ца	76,4

Таблица 2. Продолжение

Table 2. Continued

Сорт, селекционная форма	Фаза развития пыльцы	Гибель, %	Фаза развития пыльцы	Гибель, %	Фаза развития пыльцы	Гибель, %
	24.02.2021 (-16°C)		04.03.2022 (-11°C)		17.02.2023 (-14°C)	
‘Бриг’	тетр., мкп.	70,1	мкп.	97,6	сп. т.	54,4
‘Вкус Лета’	мкп.	23,1	1-я п-ца	91,1	сп. т., мкс.	2,5
‘Гамлет’	мкп.	46,0	1-я п-ца	48,4	сп. т.	6,4
‘Городской’	диф. мит.	63,4	мкп., 1-я п-ца	66,2	сп. т.	5,0
‘Дионис’	мкп., диф. мит.	69,7	мкп.	97,2	тетр.	24,1
‘Запоздалый’	сп. т.	8,6	мкп.	7,9	сп. т.	14,3
‘Звездочёт’	тетр., мкп.	59,6	сп. т.	0	сп. т.	5,9
‘Зевс’	мейоз, тетр.	73,3	мкп.	88,1	1-я п-ца	30,5
‘Искорка Тавриды’	тетр., мкп.	7,2	мкп.	37,6	сп. т.	2,3
‘Исток’	сп. т.	5,4	мкп., 1-я п-ца	53,6	сп. т.	28,0
‘Казачок’	сп. т., мкс.	5,6	мкп.	45,3	сп. т.	5,8
‘Костинский’	мкп.	68,1	мкп.	88,2	сп. т.	3,8
‘Любимец Рихтера’	тетр.	5,7	мкп.	9,3	сп. т.	0
‘Метеор’	сп. т.	17,0	мкп., 1-я п-ца	34,3	мкс.	6,8
‘Найдёныш’	мкп., диф. мит.	74,1	мкп., 1-я п-ца	71,1	зр. п-ца	5,7
‘Никитский Десерт’	мкп., диф. мит.	77,1	мкп., 1-я п-ца	94,3	зр. п-ца	28,6
‘Одиссей’	тетр., мкп.	0,0	мкп.	32,4	тетр.	11,3
‘Олимпри’	мкп.	65,2	мкп.	98,5	сп. т.	4,4
‘Олис’	мкп.	47,2	мкп., 1-я п-ца	50,0	сп. т., мкс.	4,1
‘Орион’	тетр.	27,5	мкп., 1-я п-ца	87,5	сп. т.	3,5
‘Память о Друге’	тетр., мкп.	18,1	мкп., 1-я п-ца	72,5	мкс.	28,3
‘Подарок Судьбы’	тетр.	72,7	мкп., 1-я п-ца	100,0	зр. п-ца	73,8
‘Посейдон’	мкс.	100	1-я п-ца	93,4	зр. п-ца	79,6
‘Радость’	мкп.	23,4	мкп., 1-я п-ца	28,1	тетр.	28,7
‘Родос’	сп. т.	0	1-я п-ца	7,7	сп. т.	0
‘Русич’	мкп., диф. мит.	37,5	мкп., 1-я п-ца	78,1	сп. т.	20,4
‘Самаритянин’	тетр.	18,4	мкп.	15,6	сп. т.	6,8
‘Сенатор’	мкп.	71,3	мкп.	100	тетр.	10,9
‘Смачный’	сп. т., мкс.	15,0	мкп.	14,8	сп. т.	2,4
‘Сотник’	тетр., мкп.	18,0	мкп.	73,8	мкс.	0
‘Талисман Крыма’	тетр.	20,4	1-я п-ца	21,4	тетр., мкп.	2,7
‘Тамплиер’	мкс.	12,8	мкп.	63,2	сп. т.	13,7
‘Фиолент’	тетр.	93,8	мкп.	17,9	сп. т.	3,4

Таблица 2. Окончание

Table 2. The end

Сорт, селекционная форма	Фаза развития пыльцы	Гибель, %	Фаза развития пыльцы	Гибель, %	Фаза развития пыльцы	Гибель, %
	24.02.2021 (–16°C)		04.03.2022 (–11°C)		17.02.2023 (–14°C)	
‘Форвард’	сп. т.	93,2	мкп., 1-я п-ца	59,3	сп. т.	22,0
‘Форос’	сп. т.	4,2	мкп.	25,7	сп. т.	1,2
‘Фрегат’	тетр., мкп.	44,6	мкп.	58,6	сп. т.	11,6
‘Хуторянин’	сп. т.	20,3	мкп., 1-я п-ца	8,8	сп. т.	1,0
‘Шалер’	тетр.	0	1-я п-ца	6,1	сп. т.	1,1
‘Школьный’	сп. т.	73,6	1-я п-ца	77,0	сп. т.	21,4
‘Этюд’	тетр.	41,5	мкп., 1-я п-ца	20,1	сп. т.	10,0
‘Ярило’	мкс.	6,0	1-я п-ца	16,7	сп. т.	5,3
LSD 0.05	–	6,4	–	7,6	–	2,9

Примечание: сп. т. – спорогенная ткань; мкс. – микроспороциты; тетр. – тетрады микроспор; мкп. – микроспоры; диф. мит. – дифференцирующий митоз; 1-я п-ца – одноклеточное пыльцевое зерно

Note: сп. т. – sporogenous tissue; мкс. – microsporocytes; тетр. – microspore tetrads; мкп. – microspores; диф. мит. – differentiating mitosis; 1-я п-ца – unicellular pollen grain

В связи с погодными особенностями 2022 г. (затянувшаяся холодная весна), которые привели к удлинению периода покоя цветковых почек, второе промораживание провели в начале марта на поздних стадиях их развития. По результатам проведенного опыта отобраны сорта, у которых повреждение генеративной сферы не превышало 40%. Это следующие образцы: ‘Альдебар’, ‘Запоздалый’, ‘Звездочёт’, ‘Искорка Тавриды’, ‘Любимец Рихтера’, ‘Метеор’, ‘Одиссей’, ‘Радость’, ‘Родос’, ‘Самаритянин’, ‘Смачный’, ‘Талисман Крыма’, ‘Фиолент’, ‘Форос’, ‘Хуторянин’, ‘Шалер’, ‘Этюд’, ‘Ярило’ (см. табл. 2).

В первой декаде февраля 2023 г. отмечено похолодание. В НБС снежный покров образовывался 3 и 8 февраля высотой 1 см и менее, но держался не более суток. Минимальная температура ночью понижалась до –3,0°C. В среднем за декаду температура воздуха составила 2,2°C (на 1,1°C ниже средней многолетней температуры). Отмечена приостановка весенней вегетации, начавшейся в январе у некоторых культур из-за повышенного температурного фона января месяца. До середины второй декады февраля сохранялась холодная, временами морозная погода. Максимальные температуры днем не превышали 6,5°C, а ночью наблюдали заморозки до –3,3°C. Поскольку в 2022 г. при температуре –11°C отмечали значительное повреждение генеративных почек на поздней стадии их развития (более 70% было с повреждением выше 40%), то в 2023 г., с учетом естественной закалки почек, температуру промораживания установили на уровне –14°C. В результате этого промораживания отобраны 19 сортов и селекционных форм, повреждение генеративной сферы у которых не превышало 5%. Без видимых повреждений выделено три сорта: ‘Любимец Рихтера’, ‘Родос’ и ‘Сотник’.

Анализ проведенной статистической обработки результатов промораживания в январе и феврале показал, что семь из изучаемых 53 сортов и селекционных форм абрикоса по показателям морозостойкости в большин-

стве случаев достоверно превышали контрольный сорт ‘Крымский Амур’. Это следующие генотипы: ‘Городской’, ‘Запоздалый’, ‘Казачок’, ‘Любимец Рихтера’, ‘Родос’, ‘Талисман Крыма’, ‘Ярило’.

Отобрано два сорта (‘Родос’, ‘Ярило’), сохранивших наибольшее количество неповрежденных почек (от 26,7 до 87,2%). Эти растения не реагировали на провокационные потепления и характеризовались медленными темпами развития цветковых почек.

Обсуждение

У большинства сортов абрикоса, возделываемых в средней полосе и на юге России, глубокий покой заканчивается в конце января – феврале (Gorina, Korzin, 2016; Golubev et al., 2021). Это подтвердили и наши исследования. За годы работы у всех изученных сортов и селекционных форм глубокий покой заканчивался в середине февраля (см. табл. 2). После окончания глубокого покоя наибольшее значение для развития цветковых почек имеет сумма положительных температур (Razavi et al., 2011). В южных районах нашей страны, особенно на Южном берегу Крыма, во второй половине зимы наблюдаются частые оттепели, и температура окружающего воздуха может достигать +15...+20°C. В связи с этим цветковые почки интенсивно развиваются и могут повреждаться уже при незначительных похолоданиях. Это отмечали в наших исследованиях в 2022 г., когда растения не прошли естественную природную закалку. При понижении температуры до –11°C наблюдали значительную гибель генеративной сферы (в среднем около 60%; см. табл. 2). По данным зарубежных исследований (Szabó et al., 1995), генеративные почки абрикоса в конце зимы могут переносить –16°C без существенного повреждения. При промораживании на ранних стадиях развития цветковых почек (январь 2022 г.) также отмечено повышение морозостойкости (в среднем на 8%, без учета сор-

та 'Ярило') у всех изучаемых генотипов относительно данных, полученных в январе 2021 г. при той же температуре промораживания ($-20,0^{\circ}\text{C}$; см. табл. 1). Это объясняется тем, что растения перед искусственным промораживанием (24.01.2022) прошли естественную природную закалку при отрицательной температуре воздуха в течение нескольких суток, что повысило их морозоустойчивость. Это согласуется с результатами других исследований, которые пишут, что для достижения максимальной морозостойкости абрикос и другие плодовые культуры должны пройти период «закалки» (Szalay, 2001; Szymajda et al., 2013).

Со второй половины зимы на Южном берегу Крыма складываются условия, ускоряющие выход растений абрикоса из состояния вынужденного покоя. Большинство исследуемых образцов (75%) оказались восприимчивы к провокационному потеплению. Морфогенез цветковых почек продвинулся до стадии формирования тетрад и образования пыльцевых зерен (см. табл. 2). Заморозки в Крыму чаще всего отмечаются в марте – начале апреля и совпадают с выходом растений абрикоса из состояния вынужденного покоя (естественный покой заканчивается в январе – феврале, как было сказано выше) (Gorina, Korzin, 2016). В этот период у растений снижается морозостойкость, что подтверждено нашими исследованиями. Таким образом, исследования, направленные на установление степени морозостойкости на всех этапах развития цветковых почек и выявление сортов с медленными темпами их развития, позволят снизить риск гибели цветковых почек от возвратных заморозков, что является одним из факторов стабильного плодоношения культуры.

Выводы

Наблюдения за динамикой морозостойкости цветковых почек позволили выявить и подтвердить определенные закономерности. Растения, прошедшие естественную природную закалку, значительно повышают свою устойчивость к низким отрицательным температурам. Отмечена зависимость морозостойкости от степени развития генеративной сферы (с максимумом на этапе формирования спорогенной ткани пыльника). Следовательно, целесообразно вести отбор генотипов, отличающихся медленными темпами развития цветковых почек.

Повышенной морозоустойчивостью и медленными темпами развития генеративной сферы обладали два сорта абрикоса селекции Никитского ботанического сада: 'Родос' и 'Ярило'. Эти сорта могут быть использованы с учетом других характеристик (урожайность, качество плодов, устойчивость к болезням, засухе и т.п.) для селекции на морозоустойчивость и промышленного внедрения.

References / Литература

- Demirtas M.N., Atay S., Gokalp K., Yilmaz K.U., Paydaş Kargı S., Ercisli S. et al. Improvement of late blooming drying apricot varieties by crossbreeding. *Acta Horticulturae*. 2010;862:219-224. DOI: 10.17660/ActaHortic.2010.862.34
- Doğan A., Karaat F.E., Levent O., Asma B.M. Characterization of new late-spring-frost-tolerant apricot hybrids: physical and biochemical fruit quality attributes, volatile aroma compounds. *Food Technology*. 2023;53(8):e20220144. DOI: 10.1590/0103-8478cr20220144
- Dospekhov B.A. Methodology of field trial (with fundamentals of statistical processing of research results) (*Metodika polevogo opyta [s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy]*). 5th ed. Moscow: Agropromizdat; 1985. [in Russian] (Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд. Москва: Агропромиздат; 1985).
- FAO/STAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Food and agriculture data: [website]. Available from: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> [accessed Feb. 04, 2025].
- Fernández E., Mojahid H., Fadón E., Rodrigo J., Ruiz D., Egea J.A. et al. Climate change impacts on winter chill in Mediterranean temperate fruit orchards. *Regional Environmental Change*. 2023;23(1):7. DOI: 10.1007/s10113-022-02006-x
- Golubev A.M., Alyoshina N.A., Anfalov V.E., Kulikov A.A., Vdovenko V.S. Some mechanisms of winter resistance in apricot flower buds in the period of ecodormancy. *Agronomy Research*. 2021;19(3):1487-1503 DOI: 10.15159/AR.21.132
- Gorina V., Korzin V. Long-term investigations results of low temperatures influence on apricot generative buds. *Acta Horticulturae*. 2016;1139:363-368. DOI: 10.17660/ActaHortic.2016.1139.63
- Gorina V., Korzin V., Mesyats N. Apricot breeding for late flowering in Nikita Botanical Gardens. *Acta Horticulturae*. 2020;1282:25-30. DOI: 10.17660/ActaHortic.2020.1282.5
- Gorina V.M., Korzin V., Mitrofanova O.V., Mitrofanova I.V. Perspectives of apricot breeding in the Nikita Botanical Gardens. *Acta Horticulturae*. 2020;1290:5-12. DOI: 10.17660/ActaHortic.2020.1290.2
- Korzin V.V. Analysis of the development and contemporary state of apricot culture in the world and Russian Federation. *Horticulture and Viticulture*. 2019;(6):35-41. [in Russian] (Корзин В.В. Анализ развития и современного состояния культуры абрикоса в мире и Российской Федерации. *Садоводство и виноградарство*. 2019;(6):35-41). DOI: 10.31676/0235-2591-2019-6-35-41
- Kostina K.F. Stone fruit breeding (*Selektsiya kostochkovykh kultur*). Moscow: Selkhozgiz; 1956. [in Russian] (Костина К.Ф. Селекция косточковых культур. Москва: Сельхозгиз; 1956).
- Layne R.E.C., Gadsby M.F. Determination of cold hardiness and estimation of potential breeding value of apricot germplasm. *Fruit Varieties Journal*. 1995;49:242-248.
- Ledbetter C.A. Apricot breeding in North America: current status and future prospects. *Acta Horticulturae*. 2010;862:85-91. DOI: 10.17660/ActaHortic.2010.862.12
- Liu W., Liu N., Zhang Y., Yu X., Sun M., Xu M. et al. Apricot cultivar evolution and breeding program in China. *Acta Horticulturae*. 2012;966:223-228. DOI: 10.17660/ActaHortic.2012.966.35
- Murray M. Critical temperatures for frost damage on fruit trees. Utah Pests Fact Sheet; 2020. Available from: <https://extension.usu.edu/productionhort/files/CriticalTemperaturesFrostDamageFruitTrees.pdf> [accessed Feb. 02, 2025].
- Razavi F., Hajilou J., Tabatabaei S.J., Dadpour M.R. Comparison of chilling and heat requirement in some peach and apricot cultivars. *Research in Plant Biology*. 2011;1(2):40-47.
- Samigullina N.S. Practical guide on breeding and cultivar development of fruit and berry crops (*Praktikum po selektsii i sortovedeniyu plodovykh i yagodnykh kultur*). Michurinsk: Michurinsk State Agrarian University; 2006.

- [in Russian] (Самигуллина Н.С. Практикум по селекции и сортоведению плодовых и ягодных культур. Мичуринск: Мичуринский государственный аграрный университет; 2006).
- Sedov E.N., Ogoltsova T.P. (eds). Program and methodology of variety studies for fruit, berry and nut crops (Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kultur). Orel: VNIISPK; 1999. [in Russian] (Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК; 1999).
- Smykov V.K. Apricot breeding in the southern zone of horticulture (Selektsiya abrikosa v yuzhnoy zone plodovodstva). *Works of the State Nikita Botanical Gardens*. 1999;118:54-62. [in Russian] (Смыков В.К. Селекция абрикоса в южной зоне плодводства. *Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада*. 1999;118:54-62).
- Szabó Z., Soltész M., Bubán T., Nyéki J. Low winter temperature injury to apricot flower buds in Hungary. *Acta Horticulturae*. 1995;384:273-276. DOI: 10.17660/ActaHortic.1995.384.41
- Szalay L. Frost tolerance and winter hardiness of apricot and peach varieties [dissertation]. Budapest: Szent István University; 2001. Available from: https://phd.lib.uni-corvinus.hu/378/3/szalay_laszlo_ten.pdf [accessed Feb. 06, 2025].
- Szalay L., Ladányi M., Hajnal V., Pedryc A., Tóth M. Changing of the flower bud frost hardiness in three Hungarian apricot cultivars. *Horticultural Science (Prague)*. 2016;43(3):134-141. DOI: 10.17221/161/2015-HORTSCI
- Szalay L., Papp J., Szabó Z. Evaluation of frost tolerance of peach cultivars in artificial freezing tests. *Acta Horticulturae*. 2000;538:407-410. DOI: 10.17660/ActaHortic.2000.538.71
- Szymajda M., Pruski K., Żurawicz 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):191-198. DOI: 10.1139/CJPS2012-238
- Viti R., Andreini L., Ruiz D., Egea J., Bartolini S., Iacona C. et al. Effect of climatic conditions on the overcoming of dormancy in apricot flower buds in two Mediterranean areas: Murcia (Spain) and Tuscany (Italy). *Scientia Horticulturae*. 2010;124(2):217-224. DOI: 10.1016/j.scienta.2010.01.001

Информация об авторах

Вадим Валерьевич Корзин, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Никитский ботанический сад – Национальный научный центр Российской академии наук, 298648 Россия, Республика Крым, Ялта, Никита, Никитский спуск, 52, korzin.v@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0979-4631>

Валентина Милентьевна Горина, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Никитский ботанический сад – Национальный научный центр Российской академии наук, 298648 Россия, Республика Крым, Ялта, Никита, Никитский спуск, 52, valgorina@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1279-8959>

Никита Максимович Саплев, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник, Никитский ботанический сад – Национальный научный центр Российской академии наук, 298648 Россия, Республика Крым, Ялта, Никита, Никитский спуск, 52, saplev.upk@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1575-6639>

Information about the authors

Vadim V. Korzin, Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, Nikita Botanical Gardens – National Research Center of the Russian Academy of Sciences, 52 Nikitsky Spusk, Nikita, Yalta 298648, Republic of Crimea, Russia, korzin.v@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0979-4631>

Valentina M. Gorina, Dr. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Nikita Botanical Gardens – National Research Center of the Russian Academy of Sciences, 52 Nikitsky Spusk, Nikita, Yalta 298648, Republic of Crimea, Russia, valgorina@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1279-8959>

Nikita M. Saplev, Cand. Sci. (Agriculture), Researcher, Nikita Botanical Gardens – National Research Center of the Russian Academy of Sciences, 52 Nikitsky Spusk, Nikita, Yalta 298648, Republic of Crimea, Russia, saplev.upk@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1575-6639>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 19.03.2025; одобрена после рецензирования 18.09.2025; принята к публикации 08.10.2025. The article was submitted on 19.03.2025; approved after reviewing on 18.09.2025; accepted for publication on 08.10.2025.