

Влияние погодных условий периода вегетации на лежкоспособность хранения плодов яблони сортов Никитского ботанического сада

Денисова О.А.[✉], Челебиев Э.Ф., Усков М.К., Горб Н.Н., Сотник А.И.

Институт садоводства Крыма Никитского ботанического сада – Национального научного центра РАН, г. Ялта, Россия

[✉]leya-denisova-1990@bk.ru

Аннотация. В статье представлены данные по исследованию влияния погодных условий на формирование лежкоспособных показателей плодов яблони. Рассматриваются такие параметры, как размер, химический состав (содержание сахаров, кислот, витаминов), а также устойчивость к заболеваниям и лежкость плодов в зависимости от факторов окружающей среды: количества осадков, температуры, суммы эффективных температур и других метеорологических условий. На основе многолетних данных выявлены закономерности, влияющие на способность плодов сохранять качественные показатели в период хранения в холодильной камере. Отмечено общее снижение показателей химического состава в результате хранения плодов. Обнаружено, что существуют сорта, хранение плодов которых более или менее подвержено влиянию внешних климатических факторов среды. Значительно и достоверно метеорологические факторы влияли на сорта Скифия и Крымское Золотистое. Важно отметить сорт Медея, на формирование сохраняемости которого практически не влияют погодные факторы. Данный факт свидетельствует о высокой стабильности данного признака. В меньшей степени биотические факторы среды влияли на сорт Хайтарма. В результате нашего исследования мы пришли к выводу, что коэффициенты корреляции между метеорологическими факторами и лежкоспособностью плодов яблони – особенность помологического сорта. Погодные условия вегетационного периода влияют на формирование, биохимический состав, хранение плодов яблони с разной интенсивностью в зависимости от генотипа. Поиск лучших сортов яблони с целью длительного хранения их плодов – актуальная проблема садоводства. Результаты исследования будут рекомендованы для внедрения в промышленных производствах с целью оптимизации агротехнических мероприятий и в условиях меняющегося климата Крыма.

Ключевые слова: яблоня; качество плодов; погодные условия; агрометеорология; урожайность; химический состав; корреляционные связи.

Для цитирования: Денисова О.А., Челебиев Э.Ф., Усков М.К., Горб Н.Н., Сотник А.И. Влияние погодных условий периода вегетации на лежкоспособность хранения плодов яблони сортов Никитского ботанического сада // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2025;27(3):247-252. EDN PHJSJA.

The effect of weather conditions during the growing season on keeping quality of apple varieties bred at the Nikitsky Botanical Garden

Denisova O.A.[✉], Chelebiev E.F., Uskov M.K., Gorb N.N., Sotnik A.I.

Institute of Horticulture of Crimea, Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Center of the RAS, Yalta, Russia

[✉]leya-denisova-1990@bk.ru

Abstract. The article presents data on the study of the effect of weather conditions on the formation of keeping quality indicators of apple fruits. Such parameters as size, chemical composition (content of sugars, acids, vitamins), as well as disease resistance and shelf life of fruits depending on environmental factors (precipitation, temperature, the sum of effective temperatures and other meteorological conditions) are considered. Based on long-term data, patterns affecting the ability of fruits to maintain quality during storage in the refrigerator were identified. A general decrease in chemical composition indicators was observed as a result of fruit storage. It should be pointed out that there are varieties the fruit storage of which is more or less influenced by external climatic factors. Meteorological factors significantly and reliably influenced the varieties 'Skifiya' and 'Krymskoye Zolotistoye'. It is important to note 'Medea' variety, keeping quality of which is practically unaffected by weather factors. This fact indicates high stability of this feature. The variety 'Khaitarma' is the least affected by external environmental factors. As a result of our research, we may conclude that correlation coefficients between meteorological factors and keeping quality of apple fruits are a feature of pomological variety. Weather conditions of the growing season influence the formation, biochemical composition, and storage of apple fruits at a different extent depending on the genotype. Searching for the best apple varieties for long-term storage of their fruits is an urgent problem for horticulture. The results of the study will be recommended to be applied in industrial production for optimizing agrotechnical operations, and in the conditions of climate change in Crimea.

Key words: apple tree; fruit quality; weather conditions; agrometeorology; cropping capacity; chemical composition, correlations.

For citation: Denisova O.A., Chelebiev E.F., Uskov M.K., Gorb N.N., Sotnik A.I. The effect of weather conditions during the growing season on keeping quality of apple varieties bred at the Nikitsky Botanical Garden. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2025;27(3):247-252. EDN PHJSJA (in Russian).

Введение

Яблоня (*Malus domestica* Borkh.) – одна из наиболее распространенных и экономически рентабель-

ных плодовых культур в мире и отличается высокой адаптивностью к условиям произрастания. Качество плодов яблони обусловлено как генетически, так и в значительной мере влиянием условий выращивания. Ценность плодов яблони определяется совокупностью биохимических, физических и органолепти-

ческих показателей, таких как размер, окраска, содержание сахаров, органических кислот, витаминов и фенольных соединений. Кроме того, яблоня ценна как источник сырья для пищевой промышленности в течение круглого года [1].

Погодные условия периода вегетации оказывают прямое воздействие на физиологические процессы в плодах, влияя на урожайность, товарные качества плодов и длительность хранения. К метеорологическим факторам относятся: температура, осадки, солнечная радиация и влажность воздуха [2]. Например, недостаток влаги может привести к мельчанию плодов и недобору массы, а избыточные осадки в период созревания – к их растрескиванию и снижению лежкости. Температурные стрессы, особенно во время цветения и налива плодов, способны нарушить баланс сахаронакопления и кислотности, что отражается на вкусовых свойствах [3].

На основании мировых наблюдений за 2000–2019 гг. определено, что ущерб составил не менее 2,8 трлн долларов в результате усиления штормов, наводнений и аномальной жары. Глобально экстремальные погодные явления за последние 20 лет обходятся миру в 16 млн долларов в час [4]. В среднем затраты, которые принес с собой климатический кризис, составили 140 млрд долларов в год. При этом цифры значительно варьируются от года к году. Последние данные показывают, что в 2022 г. затраты составили уже 280 млрд долларов [5].

Изучение влияния погодных условий на формирование качественных показателей плодов яблони представляет особый интерес для садоводства, так как позволяет прогнозировать урожайность, оптимизировать агротехнику и подбирать сорта, режимы хранения.

Цель исследования – выявить ключевые метеорологические факторы и определить их роль в формировании качества и лежкоспособности плодов яблони сортов Никитского ботанического сада – Национального научного центра РАН (НБС-ННЦ).

Объекты и методы исследований

Объектами исследований являются плоды яблони зимних и позднезимних сортов селекции НБС-ННЦ: Крымское Золотистое, Киммерия, Крымское, Скифия, Хайтарма, Медея, Таврия, произрастающие на опытных участках Института садоводства Крыма НБС-ННЦ в с. Маленькое Симферопольского района. Каждый сорт представлен в количестве от 8 до 10 деревьев. Сад 2013 г. посадки, формирование – стройное веретено, густота стояния растений – 1906 шт./га.

Хранение плодов проводилось в обычной газовой среде при +2 °С. Для анализа использованы данные метеопоста НБС-ННЦ (с. Маленькое). Исследования выполнены по общепринятым и апробированным методикам [6]. Статистическую обработку экспериментальных данных осуществляли по Доспехову [7] с помощью корреляционного анализа

и встроенных функций компьютерной программы «Microsoft Excel 2008» и «STATISTICA 10».

Оценка качества плодов по содержанию абсолютно сухих и растворимых сухих веществ, сахаров, титруемых кислот, аскорбиновой кислоты осуществлялась в соответствии с «Методическими указаниями по определению химических веществ для оценки качества урожая овощных и плодовых культур» [8]; по данным Н.А. Целуйко [9] определяли степень зрелости и срок съема плодов семечковых по совокупности признаков, среди которых основными являются наличие и особенно локализация крахмала в тканях плодов.

Результаты и их обсуждение

Лежкоспособность яблок, то есть их способность сохранять потребительские свойства в течение длительного времени, зависит от множества факторов, среди которых особое место занимают метеорологические условия в период вегетации и созревания. Растения находятся в многосторонней и тесной связи с окружающей средой. Погодными условиями вегетационного периода оказывают значительное влияние на формирование товарных качеств, сроки созревания плодов, лежкоспособность и могут варьировать в зависимости от года выращивания на 2-3 недели [10, 11].

При физиологической зрелости у плодов прекращаются любые накопительные и биосинтетические процессы, многие вещества начинают распадаться, полностью отсутствует крахмал, мякоть становится мягкой и сухой, теряется вкус. До такого состояния плоды доводят в том случае, когда хотят получить хорошо вызревшие семена [12]. Кроме того, качество и продолжительность хранения плодов в большей мере зависят от сроков уборки и условий года. В плодах, снятых в оптимальный срок, физиологические процессы идут более замедленно, по сравнению с убранными преждевременно или поздно [13].

Установление оптимальных сроков съема плодов оказывает влияние на подбор сортимента для промышленного сада, что позволяет обеспечивать бесперебойное снабжение населения свежими плодами этой ценной плодовой культуры [14].

Для каждого сорта яблони существует оптимальный срок съема, в течение которого он имеет наивысшие товарные качества и обладает полными характерными помологическими признаками.

Сроки съема каждого сорта определяются ежегодно и корректируются с учетом влияния агро- и метеорологических условий вегетационного периода и величины урожая.

Наступление съемной зрелости в группе зимних сортов проходило с 13.09±7 по 22.09±3 (табл. 1). Для формирования урожая необходимо от 159±2 до 168±2 дней с конца цветения. Сумма эффективных температур при этом составила 1474,1±88,2 – 1568,2±41,8 °С. Созревание плодов в группе позднезимних сортов приходится на 01.10±7 – 15.10±5.

Сумма накопленных температур выше 10 °С при этом составляет 1609,7±34,4 – 1701,9±25,3.

В таблице 1 указаны сроки хранения плодов, соответствующие концу хранения по каждому сорту: от 150 (Крымское) до 170 (Киммерия), 190 (Медея, Хайтарма), 210 дней (Крымское Золотистое, Скифия, Таврия).

На основании представленных данных выявлено, что сроки съема зимних сортов яблони приходятся на II-III декаду сентября. В зависимости от условий вегетационного периода, дата уборки может варьировать в пределах от 3 до 7 суток. Продолжительность хранения варьировала от 170±13 до 210±14 суток.

В группе позднезимних сортов отмечен в I-II декаде октября с вариацией в 5-7 суток. Длительность хранения плодов каждого образца так же значительно варьировала в пределах от 150±22 до 210±31 суток.

Конец хранения по каждому сорту определяем по комплексу показателей, среди которых органолептическая и биохимическая оценка, развитие функциональных заболеваний и др.

Современные технологии выращивания плодов направлены на повышение продуктивности многолетних насаждений. Но вместе с ростом продуктивности отмечается тенденция к снижению лежкости плодов. Правильный подбор генотипов для закладки на хранения – один из наиболее эффективных способов сокращения потерь в период хранения.

Определение лежкоспособности яблок проводили по таким показателям, как длительность хранения (на протяжении этого периода плоды максимально сохраняют товарные и вкусовые качества, не поражаются или поражаются минимально функциональными заболеваниями), выход стандартных плодов, естественная убыль массы плодов. Изучение лежкоспособности проводилось в обычной газовой среде при температуре +2 °С (табл. 2).

В результате изучения лежкоспособности плодов сортов яблони установлено, что выход стандартных плодов значительно варьировало в зависимости от генотипа. Для зимних сортов данный показатель варьировал от 80,0 до 96,0 %. Отмечено, что у сортов Крымское Золотистое и Скифия данный признак наиболее стабильный за период наблюдения. Использование данных сортов позволяет уменьшить потери при хранении, что оказывает влияние на рентабельность производства плодов. Среди позднезимних сортов выделяется сорт Таврия – 92,5 %. Решающее значение на степень лежкоспособности плодов в годы исследований оказали погодные условия за месяц до съема их с дерева. Чередование относительно теплых дней и холодных ночей благоприятно сказалось на качестве плодов, повысило интенсивность их окраски и снизило степень поражения «загаром» при хранении.

Естественная убыль массы плодов изучаемых образцов изменялась от 3,2±1,3 (сорт Медея) до

Таблица 1. Сроки наступления съемной зрелости сортов яблони, 2020–2024 гг.

Table 1. Harvest maturity timing of apple varieties, 2020–2024

Сорт	Средняя сумма эффективных температур выше +10 °С на момент съема	Средние сроки съема	Длительность хранения, сутки
Зимние сорта			
Киммерия	1474,1 ± 88,2	13.09 ± 7	170±13
Крымское Золотистое	1508,4 ± 79,5	16.09 ± 6	210±14
Медея	1555,6±45,5	21.09 ± 4	190±12
Скифия	1568,2± 41,8	22.09 ± 3	210±11
Позднезимние сорта			
Крымское	1609,7 ± 34,4	01.10 ± 7	150±22
Хайтарма	1701 ± 25,3	01.10 ± 7	190±22
Таврия	1701,9±25,3	15.10 ± 5	210±31

Таблица 2. Результаты изучения лежкоспособности плодов сортов яблони

Table 2. Study results of keeping quality of fruits of apple varieties

Сорт, селекционная форма	Выход стандартных плодов, %	Естественная убыль массы, %	Основные заболевания
Зимние сорта			
Киммерия	85,3±11,0	4,2±1,4	растрескивание
Крымское Золотистое	95,0±3,0	4,7±1,1	увядание
Медея	80,0±13,0	3,2±1,3	подкожная пятнистость
Скифия	96,0±3,0	3,8±1,1	гнили
Позднезимние сорта			
Крымское	89,3±10,0	4,3±1,3	подкожная пятнистость
Хайтарма	90,0±8,0	4,8±0,9	гнили
Таврия	92,5±6,0	3,6±1,5	подкожная пятнистость

4,8±0,9 (сорт Хайтарма) за весь период хранения. В группе зимних сортов наименьшая естественная убыль плодов отмечена у сортов Медея и Скифия 3,2–3,8 %. Среди позднезимних сортов наилучший результат получен у сорта Таврия. Данный образец выгодно отличается сочетанием степени выхода стандартных плодов и наименьшей степенью убыли массы плодов.

Содержание в плодах основных органических веществ – стойкий помологический признак. Его варьирование отмечается только у отдельных сортов при достаточно резких изменениях погодно-климатических условий периода роста. Результаты изучения химического состава во время съемной зрелости и после хранения представлены в табл. 3.

Биохимический состав плодов яблони существенно изменяется в процессе хранения и зависит

от сорта как в обычной, так и в регулируемой газовой среде. Максимальные изменения наблюдаются по содержанию аскорбиновой кислоты, которая используется в процессе дыхания и переходит в окисленную форму. У зимних сортов максимальное значение аскорбиновой кислоты на момент съема отмечено у сорта Киммерия – 8,8 мг/%. Зафиксировано снижение данного показателя на 3,1 мг/%. Аналогичная тенденция прослеживается и у остальных сортов. В группе позднезимних сортов отличается сорт Крымское с потерей в составе аскорбиновой кислоты 1,6 мг/%.

Анализ содержания титруемых кислот на момент съема варьировал от 0,82 (у сортов Крымское Золотистое и Киммерия) до 0,47 (у сортов Скифия и Медея). Отмечена тенденция по снижению данного показателя в результате хранения. У всех изучаемых образцов отмечено снижение данного признака от 0,06-0,17 балла.

Из изучаемых генотипов максимальным содержанием сахаров в плодах отличался сорт Таврия с показателем 16,6 %. В результате хранения отмечено снижение данного признака на 2,6 %. Аналогичные данные получены и по другим образцам в опыте. При снижении содержания сахаров в плодах, соответственно, падает и уровень сухих веществ.

Одним из наиболее важных показателей для потребителя являются вкусовые достоинства. Данный признак так же значительно изменяется в результате хранения. На момент снятия с хранения десертным вкусом (4,5 и выше балла) обладали следующие сорта: Крымское Золотистое, Крымское, Хайтарма.

По результатам проведенного корреляционного анализа можно сделать вывод, что метеорологические факторы в вегетационный период в значительной мере влияют на формирование пригодности урожая к хранению. Данные факторы индивидуальны для каждого сорта, некоторые имеют значения для нескольких образцов (табл. 4). В таблице приведены только наиболее значимые коэффициенты корреляции, полученные при математическом расчете.

Значительно и достоверно метеорологические факторы влияли на сорта Киммерия (средняя температура в августе, °С – 0,698; минимальная температура августа, °С – 0,661; минимальная температура октября, °С – 0,634 и Крымское Золотистое (осадки в августе, мм – 0,674; макси-

Таблица 3. Биохимический состав плодов яблони в зависимости от сорта
Table 3. Biochemical composition of apple fruits depending on the variety

Сорт	Дата анализа	Аскорбиновая кислота, мг %	Титруемая кислотность, %	Общий сахар, %	Абсолютно сухие вещества, %	Оценка вкуса, балл
Зимние сорта						
Киммерия	съемная зрелость	8,8	0,82	10,4	13,2	4,5
	конец хранения	5,7	0,65	7,8	11,1	4,0
Крымское Золотистое	съемная зрелость	7,2	0,82	12,9	15,3	4,7
	конец хранения	6,7	0,67	12,0	13,9	4,5
Медея	съемная зрелость	5,8	0,47	12,3	13,8	4,5
	конец хранения	5,2	0,41	10,5	10,3	4,0
Скифия	съемная зрелость	5,6	0,59	12,3	13,8	4,5
	конец хранения	5,1	0,47	10,4	12,2	4,0
Позднезимние сорта						
Крымское	съемная зрелость	9,6	0,72	14,8	16,9	5,0
	конец хранения	8,0	0,60	13,3	15,1	4,7
Хайтарма	съемная зрелость	8,5	0,67	15,8	17,5	4,8
	конец хранения	7,8	0,51	13,3	16,0	4,5
Таврия	съемная зрелость	7,2	0,52	16,6	18,4	4,5
	конец хранения	5,9	0,40	14,0	16,8	4,2

Таблица 4. Корреляция длительности хранения плодов сортов яблони с метеорологическими показателями вегетационного периода (r ≥ 0,632; n = 10)

Table 4. Correlation of storage duration of apple varieties with meteorological indicators of the growing season (r ≥ 0,632; n = 10)

Сорт	Показатель (коэффициент корреляции)
Киммерия	Средняя температура в августе, °С (0,698)
	Минимальная температура августа, °С (0,661)
	Минимальная температура октября, °С (0,634)
	Осадки в апреле, мм (0,588)
	Среднемесячная влажность воздуха в апреле, % (0,583)
Крымское Золотистое	Осадки в августе, мм (0,674)
	Максимальная температура в мае, °С (0,653)
	Осадки сентября, мм (0,463)
Медея	Максимальная температура в июле (0,461), °С
	Максимальная температура мая, °С (0,411)
	Максимальная температура июля, °С (0,113)
	Осадки августа, мм (0,226)
Скифия	Осадки сентября, мм (-0,221)
	Осадки в августе, мм (0,694)
	Максимальная температура мая, °С (0,623)
	Осадки в сентябре, мм (0,498)
	Максимальная температура июля, °С (0,446)
Крымское	Минимальная температура октября, °С (0,445)
	Максимальная температура июля, °С (0,588)
	Осадки августа, мм (0,543)
	Осадки сентября, мм (0,532)
	Среднемесячная влажность воздуха сентября, % (0,498)
Хайтарма	Средняя температура июня, °С (0,468)
	Максимальная температура сентября, °С (0,547)
	Максимальная температура июля, °С (0,132)
Таврия	Осадки августа, мм (0,205)
	Максимальная температура сентября, °С (0,640)
	Максимальная температура июля, °С (0,494)
	Осадки в августе, мм (0,491)

мальная температура в мае, °С – 0,653).

Важно отметить сорт Медея, на степень сохранности которого при хранении практически не влияют погодные факторы. Наиболее значимое влияние оказывает на него в данном аспекте такой показатель, как максимальная температура мая – 0,411. Такие погодные факторы, как максимальная температура воздуха в июле и осадки в августе и сентябре (период активного роста, созревания и съемной зрелости) существенного влияния не оказали. Данный факт свидетельствует о высокой стабильности данного признака независимо от колебаний погодных условий.

Для нового сорта яблони Скифия наиболее существенным оказалось влияние осадков в августе (период активного роста и развития плодов) – 0,694.

Для сорта Крымское отмечено наиболее существенное влияние уровня выпадения осадков в августе и сентябре, что отражается в способности плодов достичь своих pomological размеров, а также накопить оптимальное содержание аскорбиновой кислоты, сахаров, абсолютно сухих веществ. Такое же влияние оказывает максимальная температура воздуха в июле (пиковые значения признака в течение года).

Для сортов Хайтарма и Таврия отмечено существенное влияние факторов: максимальная температура воздуха в сентябре – 0,547 и 0,640 соответственно.

Выводы

В ходе исследований выявлено, что для зимних сортов съемная зрелость наступала при сумме эффективных температур выше 10 °С 1474,1±88,2 – 1568,2±41,8 °С; для позднезимних – 1609,7±34,4 – 1701,9±25,3. Продолжительность хранения плодов в зависимости от сорта варьировала в пределах 150±22 до 210±31 суток.

Высоким выходом стандартных плодов на момент съема с хранения в группе зимних сортов отличались Крымское Золотистое и Скифское, позднезимних – Таврия. Образцы Скифия и Таврия сочетают в себе признаки высокого выхода стандартных плодов и наименьшую естественную убыль массы плодов, что делает их более привлекательными для хранения. У всех изучаемых сортов отмечена тенденция к уменьшению показателей химического состава за период хранения, обусловленных процессом дыхания. На момент снятия с хранения десертным вкусом (4,5 и выше балла) обладали следующие сорта: Крымское Золотистое, Крымское, Хайтарма.

Коэффициенты корреляции между метеорологическими факторами и лежкоспособностью плодов яблони являются особенностью pomological сорта. Существуют сорта, хранение плодов которых более или менее подвержено влиянию внешних климатических факторов среды. Меньше всего внешние факторы среды влияли на сорта Медея и Хайтарма. Остальные сорта показали сопоставимый результат.

Отмечена тенденция влияния средней температуры воздуха в августе для сортов Крымское Золотистое и Крымское – 0,674–0,543. В этот период идет процесс активного роста и формирования химического состава плодов. Для всех образцов, за исключением сорта Медея, на лежкоспособность оказывало влияние количества осадков в сентябре – 0,463–0,547. В современных рыночных условиях актуальным является поиск путей повышения рентабельности производства и хранения плодов. Таким образом, поиск лучших сортов яблони для выращивания в условиях предгорного Крыма с целью длительного хранения является актуальной проблемой садоводства.

Источник финансирования

Исследования выполнены в рамках государственного задания № FNNS-2025-005.

Financing source

The research was conducted under public assignment No. FNNS-2025-005.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

1. Седов Е.Н., Макаркина М.А., Серова З.М., Янчук Т.В. Результаты селекции яблони на улучшение биохимического состава плодов // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2019;3:42-47. DOI 10.30850/vrsn/2019/3/42-47.
Sedov E.N., Makarkina M.A., Serova Z.M., Yanchuk T.V. Results of apple-tree breeding for fruits biochemical composition improvement. Vestnik of the Russian Agricultural Science. 2019;3:42-47. DOI 10.30850/vrsn/2019/3/42-47 (in Russian).
2. Никитин А.Л., Макаркина М.А. Влияние метеорологических условий на лежкость плодов иммунных к парше колонновидных сортов яблони // Техника и технология пищевых производств. 2019;4:545-554. DOI 10.21603/2074-9414-2019-4-545-554.
Nikitin A.L., Makarkina M.A. Effect of meteorological conditions on storability of the scab-immune columnar apple varieties. Food Processing: Techniques and Technology. 2019;4:545-554. DOI 10.21603/2074-9414-2019-4-545-554 (in Russian).
3. Никитин А.Л., Макаркина М.А. Влияние метеорологических условий вегетационного периода, степени зрелости и температурных режимов хранения на лежкость и качество плодов новых сортов яблони селекции ВНИИСПК // Хранение и переработка сельхозсырья. 2023;4:145-164. DOI 10.36107/spfp.2023.4.449.
Nikitin A.L., Makarkina M.A. Influence of the weather conditions of the growing season, degree of maturity and temperature regimes of storage on the keeping quality and fruit quality of new apple cultivars bred by VNIISP. Storage and Processing of Farm Products. 2023;4:145-164. DOI 10.36107/spfp.2023.4.449 (in Russian).
4. Smith S.L., O'Neill H.B., Isaksen K., Noetzi J., Romanovsky V.E. The changing thermal state of permafrost. Nature Reviews Earth & Environment. 2022;3(1):10-23. DOI 10.1038/s43017-021-00240-1.

5. Кислов А.В., Суркова Г.В. Климатология. М.: ИНФРА-М. 2020:1-324. DOI 10.12737/1027255.
Kislov A.V., Surkova G.V. Climatology. M.: INFRA-M. 2020:1-324. DOI 10.12737/1027255 (in Russian).
6. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общ. ред. Е.Н. Седова, Т.Г. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК. 1999:1-606.
Program and methodology of sorting fruit, berry and nut crops. Under the general editorship of E.N. Sedov, T.G. Ogoltsova. Orel: VNIISPК. 1999:1-606 (in Russian).
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Альянс. 2014:1-352.
Dospikhov B.A. Methodology of field experience with the basics of statistical processing of research results. M.: Alliance. 2014:1-352 (in Russian).
8. Методические указания по определению химических веществ для оценки качества урожая овощных и плодовых культур. Ленинград: ВИР. 1979:1-101.
Guidelines for determining chemical compounds in assessing the quality of vegetable and pome crops. Leningrad: VIR. 1979:1-101 (in Russian).
9. Целуйко Н.А. Определение срока съема плодов семечковых культур. М.: Колос. 1969:1-72.
Tseluyko N.A. Determination of the pome fruits harvest date. M.: Kolos. 1969:1-72 (in Russian).
10. Шоферистов Е.П., Халилов Э.С., Челебиев Э.Ф., Усков М.К., Усейнов Д.Р., Чакалова Е.А. Влияние метеорологических факторов на продуктивность яблони в условиях Предгорной зоны Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2021;23(2):153-158. DOI 10.35547/IM.2021.23.2.008.
Shoferistov E.P., Khalilov E.S., Chelebiyev E.F., Uskov M.K., Useynov D.R., Chakalova E.A. The effect of meteorological factors on apple tree productivity in the Piedmont zone of Crimea. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2021;23(2):153-158. DOI 10.35547/IM.2021.23.2.008 (in Russian).
11. Седов Е.Н., Янчук Т.В., Корнеева С.А., Дутова Л.И., Ульяновская Е.В. Результаты сотрудничества селекционеров разных учреждений в создании сортов яблони нового поколения // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2020;4:46-49. DOI 10.30850/vrsn/2020/4/46-49.
Sedov E.N., Yanchuk T.V., Korneeva S.A., Dutova L.I., Ulianovskaya E.V. Results of cooperation between breeders of different institutions in creation of new generation apple tree. Vestnik of the Russian Agricultural Science. 2020;4:46-49. DOI 10.30850/vrsn/2020/4/46-49 (in Russian).
12. Причко Т.Г., Тхамокова И.Х., Смелик Т.Л. Методы управления скоростью протекания биохимических процессов при хранении яблок // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2022;5(389):79-82. DOI 10.26297/0579-3009.2022.5.17.
Prichko T.G., Thamokova I.Kh, Smelik T.L. Methods for controlling the speed of leakage of biochemical processes when storing apples. Izvestiya Vuzov. Food Technology. 2022;5(389):79-82. DOI 10.26297/0579-3009.2022.5.17 (in Russian).
13. Гудковский В.А., Кожина Л.В., Назаров Ю.Б. Новые возможности круглогодичного хранения плодов яблони // Садоводы-за здоровье сбережение нации! 2023:9-28.
Gudkovsky V.A., Kozhina L.V., Nazarov Yu.B. New opportunities for year-round storage of apple fruits. Gardeners for the Nation's Health! 2023:9-28 (in Russian).
14. Горб Н. Н., Денисова О.А. Результаты многолетних исследований Крымской опытной станции садоводства в вопросах хранения и переработки плодово-ягодной продукции // Биология растений и садоводство: теория, инновации. 2023;3(168):35-48. DOI 10.25684/2712-7788-2023-3-168-35-48.
Gorb N.N., Denisova O.A. Results of long-term research of the Crimean Experimental Horticulture Station on storage and processing of fruit and berry products. Plant Biology and Horticulture: Theory, Innovation. 2023;3(168):35-48. DOI 10.25684/2712-7788-2023-3-168-35-48 (in Russian).

Информация об авторах

Ольга Александровна Денисова, науч. сотр. лаборатории селекции и сортоизучения; e-мэйл: lelya-denisova-1990@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6436-0203>;

Эдем Фахриевич Челебиев, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаборатории селекции и сортоизучения; e-мэйл: edem_chelebiev@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4627-9652>;

Максим Константинович Усков, мл. науч. сотр. лаборатории селекции и сортоизучения; e-мэйл: m0992497215@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6228-4094>;

Надежда Никаноровна Горб, науч. сотр. лаборатории селекции и сортоизучения; <https://orcid.org/0000-0003-1441-2009>;

Александр Иванович Сотник, д-р с.-х. наук, вед. науч. сотр. лаборатории питомниководства; e-мэйл: sadovodstvo.koss@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8405-5321>.

Information about the authors

Olga A. Denisova, Staff Scientist, Laboratory of Breeding and Varietal Study; e-mail: lelya-denisova-1990@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6436-0203>;

Edem F. Chelebiev, Cand. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Laboratory of Breeding and Varietal Study; e-mail: edem_chelebiev@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4627-9652>;

Maksim K. Uskov, Junior Staff Scientist, Laboratory of Breeding and Varietal Study; e-mail: m0992497215@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6228-4094>;

Nadezhda N. Gorb, Staff Scientist, Laboratory of Breeding and Varietal Study; <https://orcid.org/0000-0003-1441-2009>;

Alexander I. Sotnik, Dr. Agric. Sci., Leading Staff Scientist, Laboratory of Nursery Management; e-mail: sadovodstvo.koss@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8405-5321>.

Статья поступила в редакцию 26.06.2025, одобрена после рецензии 15.08.2025, принята к публикации 20.08.2025.