

Основные факторы, влияющие на периодичность плодоношения яблони

Танкевич В.В.[✉], Сотник А.И.

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, Республика Крым, г. Ялта, Россия

[✉]sadovodstvo.koss@mail.ru

Аннотация. В статье изложена основная суть периодичности плодоношения плодовых культур. Отмечено, что наиболее четко это биологическое явление прослеживается у семечковых культур, особенно яблони. У ягодных и косточковых культур периодичность менее выражена. По результатам исследований сделаны предварительные выводы о влиянии на периодичность плодоношения ряда факторов. Следует особо выделить биологические особенности культур, сортов, подвоев и метеорологические условия в период цветения и дифференциации плодовых почек. Более склонны к периодичности сорта яблони, у которых преобладает кольчаточный тип плодоношения. У данной культуры цикл дифференциации почек проходит за 140–150 дней, у груши он более длительный – 150–165 дней, у косточковых – 117–130 дней. Выявлено, что повышение температуры воздуха выше 32 °С и снижение относительной влажности воздуха ниже 30 % затормаживает и снижает закладку плодовых почек. Влияет на этот процесс и переувлажнение (затопление) почвы. В данных условиях затрудняется доступ кислорода к органам растений, процесс дифференциации замедляется. Неблагоприятные погодные условия 2022 г. (максимальные температуры в конце июня-августе составили 32–36 °С, осадки в июне – 131,6 мм) нарушили цикл органогенеза. В итоге изучаемые сорто-подвойные комбинации яблони не заложили достаточное количество генеративных почек. Уточнено также, что периодичность наиболее присуща растениям, привитым на подвои средней силы роста. В саду 2013 г. периодически без урожая были посадки сочетания сортов Аврора, Ренет Симиренко, Таврия на подвоях MM-106, D-1161, M-26, K-120 в 2016, 2018, 2020, 2022 гг. В малопродуктивные годы урожай в отмеченных вариантах варьировал в пределах 4,6–6,9 т/га, в то время как потенциальная урожайность в садах данного типа составляет 40–45 т/га.

Ключевые слова: периодичность; сорт; подвой; урожай; плоды; закладка почек.

Для цитирования: Танкевич В.В., Сотник А.И. Основные факторы, влияющие на периодичность плодоношения яблони // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(3):261-265. EDN LQUGUM.

Main factors influencing the periodicity of apple tree fruiting

Tankevich V.V.[✉], Sotnik A.I.

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

[✉]sadovodstvo.koss@mail.ru

Abstract. The article outlines the essence of fruit-bearing periodicity. The clearest trace of this biological phenomenon is found in seed crops, particularly apple trees. Berry and stone fruit crops have a less explicit periodicity. Preliminary conclusions were drawn about the influence of a number of factors on fruit-bearing periodicity based on the results of the research. Biological peculiarities of crops, varieties, rootstocks as well as meteorological conditions in the period of flowering and differentiation of fruit buds should be particularly emphasized. Apple varieties with predominance of a spur fruiting are more prone to periodicity. The cycle of bud differentiation for this crop takes 140–150 days, for pears it is longer (150–165 days), for stone fruits – 117–130 days. It was revealed that an increase in air temperature above 32 °C and a decrease in relative air humidity below 30 % hinder fruit bud setting. Soil overwatering (flooding) also affects this process. Under these conditions, oxygen supply to plant organs is impeded, and the process of differentiation slows down. Adverse weather conditions in 2022 (maximum temperatures in late June–August 32–36 °C, and rainfall in June 131.6 mm) have disrupted the organogenesis cycle. As a result, the variety-rootstock combinations of apple trees under study did not initiate a fair number of generative buds. It is also found that periodicity is most inherent in plants grafted on rootstocks of medium growth vigor. For this reason, in the garden of 2013 planting, the combinations of varieties 'Aurora', 'Renet Simirenko' and 'Tavriya', on the rootstocks MM-106, D-1161, M-26, and K-120 in 2016, 2018, 2020, and 2022 were without a yield. In low-yielding years, cropping power in above combinations was in the range of 4.6–6.9 t/ha, while the potential cropping capacity in the gardens of this type is 40–45 t/ha.

Key words: periodicity; variety; rootstock; yield; fruits; bud setting.

For citation: Tankevich V.V., Sotnik A.I. Main factors influencing the periodicity of apple tree fruiting. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(3):261-265. EDN LQUGUM (in Russian).

Введение

Современное интенсивное садоводство обуславливает необходимость закладки насаждений сорто-подвойными комбинациями какой-либо культуры, которые обеспечивают умеренную силу роста растений, устойчивость к био- и абиотическим факторам, высокое и ежегодное (регулярное) плодоношение [1, 2]. Периодичность плодоношения является одним из основных биологически и генетически закрепленных свойств растения, которые влияют на продуктивность [3–5].

Нерегулярное плодоношение больше присуще семечковым культурам, особенно яблоне. У косточковых, особенно у черешни это явление менее выражено [6].

Причиной перехода деревьев от ежегодного (регулярного) к периодичному плодоношению является перегрузка их цветковыми почками и высоким урожаем при ослабленном поступательном росте. Для ежегодного плодоношения необходимо, чтобы одновременно с развитием плодов текущего года на дереве закладывались цветковые почки для урожая следующего года [7–9].

Значительное влияние на периодичность плодоношения оказывает ряд факторов. Наиболее значи-

мыми являются биологические особенности сорта, подвоя и климатические условия выращивания [10–13].

Обостряется периодичность плодоношения у яблони также при перегрузке дерева генеративными (цветковыми) почками, особенно у зимних и осенних сортов яблони. При образовании чрезмерно большого количества плодов в момент закладки цветковых почек (с конца июня по август) возникает дефицит синтезированных веществ (углеводы, белки), фенольных соединений, которые снижают стрессовые явления и повышают степень устойчивости растений к отрицательным факторам [14, 15]. В результате закладка цветковых почек становится невозможной. Поэтому дерево в последующий год не плодоносит.

Процесс периодичности зависит также от общего состояния дерева и возраста растений. Доказано, что в молодых садах (5–6 вегетаций) плодоношение ежегодное. Чередуется урожайных и неурожайных лет наиболее присуще насаждениям на средне- и сильнорослых подвоях. Менее проявляется это явление в слаборослых садах. Однако насаждения не должны быть угнетены, а ежегодный прирост ветвей не должен быть менее 30 см.

Периодичность может проявляться из-за сильных морозов зимой, заморозков во время цветения, паводков, чрезмерных дождей и подтопления садового участка. Большое влияние на закладку плодовых почек оказывает температурный режим во время дифференциации почек [16].

Этот процесс занимает длительный период. В условиях южного региона России (Крым) он начинается в июне-июле текущего года, когда длина дня сокращается до 15–16 часов, а среднесуточная температура воздуха составляет 15–18 °С. Заканчивается закладка плодовых почек в апреле-мае следующего. У основных семечковых культур (яблони, груши) дифференциация длится в среднем 140–150 дней, у косточковых – 117–130 дней.

После растение входит в состояние покоя, длительность которого зависит от культуры. У яблони этот период составляет 100–120 дней. Выход из него происходит при обычных условиях во второй декаде марта. Цветение по средним многолетним данным у яблони в Крыму наблюдается в конце апреля – первой декаде мая. Длительность этой фенофазы – 10–20 дней. Весенние возвратные заморозки зачастую повреждают цветковые почки [17, 18].

Подбор сортов с более поздним сроком цветения представляет одну из составляющих комплекса приемов, нивелирующих урожайность яблони. Необходимо также подбирать сорта с регулярным урожаем. Индекс плодоношения у таких деревьев равен 0–0,7 единиц. По предлагаемой градации у слабо-периодичных сортов индекс варьирует в пределах 0,41–0,70. У резко-периодичных сортов данный показатель составляет 0,71–1,0 единицы [19].

Исследований по данному вопросу в Крыму проводилось недостаточно. Следовательно, уточнение факторов, вызывающих периодичность плодоношения, и оценка способов снижения этого явления актуально. Такая работа ведется в ряде научных уч-

реждений России с учетом почвенно-климатических условий зоны возделывания садов.

Целью исследования является оценка определенных сорто-подвойных комбинаций яблони на склонность к периодичности плодоношения и степени ее проявления в стрессовых ситуациях.

Материалы и методы исследования

Исследования проведены в Предгорной зоне Крыма на базе отделения в «Крымской опытной станции садоводства» (ФГБУН «Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН») в саду 2013 г. посадки. Схема посадки на подвоях М-9 (контроль), К-104, К-105, К-108 – 4 × 2 м.; на подвоях ММ-106 (контроль), К-109, К-110, К-120, К-121 – 4 × 3 м. Изучали сорта Аврора Крымская и Таврия (крымской селекции) и аборигенный сорт Ренет Симиренко.

Учеты и наблюдения велись по методикам полевых опытов с плодовыми культурами 2019 г. [20] Статистическая обработка данных выполнена по методикам Доспехова Б.А. [21]. При проведении исследований учитывали морфологические и биометрические показатели растений, устойчивость их к различным факторам окружающей среды, продуктивность сорто-подвойных комбинаций.

Результаты и их обсуждения

В результате многолетнего изучения роста и продуктивности сорто-подвойных комбинаций яблони в Предгорной зоне Крыма в саду 2013 г. посадки выяснили, что комбинации изучаемых сортов с подвоями М-9 (контроль), К-105, К-108 относятся к группе слаборослых; комбинации с подвоями ММ-106 (контроль), К-109, К-110, К-120, К-121 – к среднерослым. Растения на подвое К-104 занимают промежуточное положение. Площадь сечения штамбов в этом варианте у 9-летних деревьев составляет 86,6–127,3 см², что на 11,7–17,7 % больше, чем у слаборослых и на 15,2–16,5 % меньше, чем на среднерослых.

Первые плоды (0,4–0,6 кг/дер.) получены на второй год в комбинациях Авроры Крымской с подвоями М-9, К-105 и К-108. На третий год в этих вариантах и на подвое К-104 урожай составлял 4–6 кг с дерева. В группе среднерослых растений отмечен урожай в пределах 0,3–0,5 кг/дер. В годы исследований (2013–2022 гг.) продуктивность деревьев в разных сорто-подвойных комбинациях варьировала в зависимости от ряда факторов.

В этот период отмечались различные абиотические стрессы: низкие температуры воздуха (–4,0–14,5 °С в марте; –1,5–6,0 °С в апреле); выпадение большого количества осадков в период вегетации (71,6–131,6 мм при норме 31,8 мм); град; ветры более 5 м/с; атмосферная засуха (относительная влажность воздуха в отдельные дни – 25–31 %).

В 2015 г. в молодом трехлетнем саду в период дифференциации почек, который проходил в конце июня-августе, среднесуточный температурный фон (19,5–22,7 °С) соответствовал нормальному прохождению этой фазы. Однако, в отдельные дни максимальная температура воздуха превышала оптимальные показатели на 4,0–8,0 °С (табл. 1.), что отрицательно по-

Таблица 1. Стрессовые метеофакторы, влияющие на периодичность плодоношения разных сорто-подвойных комбинаций яблони, 2013–2023 гг.**Table 1.** Meteorological stress factors influencing the fruiting periodicity of different apple variety-rootstock combinations, 2013–2023

Год исследования	Цветение, балл	Среднесуточная t воздуха в периоды, °С		Заморозки		Морозы		Сумма осадков выше нормы		Урожай	
		цветения	начала дифференциации почек	t, °С	месяц	t, °С	месяц	мм	месяц	кг/дер.	т/га
2016	3,5–4,0	9,2 (04); 14,8 (05)	21,1–24,5; мах. 36,0–38,0	–10,0; –3,0	03, 04 (3 декада)	–17,0	01	100,8; 96,8	05; 06	единичные плоды	–
2017	3,0–4,0	9,5(04); 16,7 (05)	20,3–23,4; мах. 36,0–39,9	–4,0	04	–16,5	02	112,8; 76,0; град	05; 07; 05	12,8; 15,3	16,0; 12,7
2018	3,5–4,0	11,3 (04); 20,7 (05)	20,7–22,4 мах. 35,4–36,3	–6,9	03	–12,9	01	56,3	01	8,6; 9,4	10,8; 7,8
2019	3,0–4,0	8,4 (04)	22,2 (06); мах. 36,8 (07)	–8,0; –4,5	03 04	–13,5	02	86,6; 61,5	06; 07	19,2; 26,4	24,0; 22,0
2020	3,0–3,5	10,9 (04); 14,4 (05)	20,6 (06); мах. 37,2 (07)	–8,3; –5,0	03 04	–16,6	02	50,0; 86,6	04; 07	6,6; 13,4	8,3; 11,2
2021	2,0–3,5	8,6 (04); 15,5 (05)	18,0 (06); мах. 35,4 (07)	–18,9	02	–10,3	03	124,5; 208,5; 140,1; 104,2; 98,0	05; 06; 07; 08; 09	24,6; 42,5	30,8; 35,4
2022	2,0–3,5	9,7 (04); 14,2 (08)	22,5 (06); 22,8 (07); 22,4 (08)	–15,0	01	–14,0	03	71,3; 13,0; 29,0	04; 06; 08	5,2; 7,1	6,5; 5,9

влияло на закладку плодовых почек. Сказалось на этом процессе и то, что в июне выпала большая сумма осадков (115,9 мм). Вследствие приведенных данных и заморозков до -10°C (в марте) цветение в 2016 г. не было обильным. Абсолютный показатель – 3,0–3,5 баллов. Понижение температуры воздуха в конце апреля до -4°C и неблагоприятные для опыления погодные условия (дожди, туманы, сильный ветер, отсутствие лета пчел) снизили завязываемость плодов до 11–13 %, а выпадение града усилило осыпаемость завязи (51–56 %). Урожай практически отсутствовал.

За 10 лет (2013–2022 гг.) исследований в регионе отмечены ежегодные весенние заморозки, приводящие к повреждению в той или иной степени плодовых почек. В пяти случаях зафиксированы обильные осадки (96,6–140,1 мм) в период вегетации (май–август), что повлияло на поднятие грунтовых вод и затопление отдельных участков на какое-то время. Зафиксированы также максимальные температуры воздуха (выше $36-40^{\circ}\text{C}$) в период закладки генеративных почек в 2016, 2017, 2021, 2022 гг. (табл. 1).

В 2016 г. весенние заморозки до -10°C в марте и -3°C в конце апреля привели к полной потере урожая. В следующем 2017 г. заморозки в апреле и град в мае на 40 % погубили ожидаемый урожай. В среднем по всем сортам получено 12,7–16,0 т/га яблок.

Снижение урожая вследствие действия низких температур воздуха в марте отмечено и в 2018 г. (табл. 1).

Снижение урожая вследствие действия низких температур воздуха в марте отмечено и в 2018 г. Наиболее урожайными были 2019 (22,0–24 т/га) и 2021 гг.

(30,8–35,4 т/га).

Перечисленные выше факторы отрицательно сказываются на всех биологических процессах и, в частности, на прохождении фенологических фаз. Дифференциация плодовых почек замедляется и осуществляется не полностью, что приводит к периодичности плодоношения. В итоге экстремальные факторы погоды не позволяют полностью определить потенциальные биологические возможности изучаемых сорто-подвойных комбинаций яблони. Тем не менее, на этом фоне можно выделить варианты, менее подверженные стресс-факторам и более пластичные в адаптации к условиям произрастания. Наиболее адаптирован к почвенно-климатическим условиям крымского региона и менее подвержен периодичности плодоношения сорт Таврия на подвоях М-9, К-104, К-108, К-109, К-121 (табл. 2).

Реальная урожайность изучаемых объектов не достигает своих потенциальных показателей. За 11 лет исследований (2013–2023 гг.) на фоне общего экономического кризиса в регионе в семи случаях наблюдались экстремальные факторы погоды – стрессовые метеорологические и гидрологические факторы. Ранние и возвратные морозы в 2015–2017, 2019, 2020 гг. -10°C в марте и $-4,0-6,0^{\circ}\text{C}$ до 30–40 % погубили урожай. В 2017 г. в мае отмечено выпадение 112,8 мм осадков в виде дождя и града; в 2021–2023 гг. переувлажнение и подтопление участков (124,0–140,0 мм осадков) вызвали гибель урожая на 35 % и отрицательно повлияли на процессы закладки плодовых почек. У яблони длительность и результативность этой фазы зависит от ряда обстоятельств. Общее потепле-

Таблица 2. Урожайность сорто-подвойных комбинаций яблони в саду 2013 г. посадки, 2015–2023 гг.

Table 2. Cropping capacity of apple variety-rootstock combinations in the garden of 2013 planting, 2015–2023

Подвой	Схема посадки	Средний урожай за 2015–2023 гг.					
		Аврора Крымская		Ренет Симиренко		Таврия	
		кг/дер.	т/га	кг/дер.	т/га	кг/дер.	т/га
М-9 (контроль)	4 × 2 м	9,1	11,4	14,4	18,0	9,6	12,0
К-104	4 × 2 м	18,7	23,4	16,6	20,8	16,6	20,8
К-105	4 × 2 м	15,8	19,8	13,0	16,3	13,0	16,3
К-108	4 × 2 м	17,6	22,0	16,2	20,3	16,2	20,3
ММ-106 (контроль)	4 × 3 м	13,5	11,2	12,7	10,6	14,1	11,7
К-109	4 × 3 м	14,2	11,8	13,6	11,3	15,3	12,7
К-110	4 × 3 м	14,0	11,7	13,2	11,0	14,9	12,4
К-119	4 × 3 м	11,7	9,8	11,2	10,5	–	–
К-120	4 × 3 м	11,7	9,8	11,4	9,5	12,8	10,7
К-121	4 × 3 м	11,5	9,6	12,0	10,0	13,6	11,4
ИС-1-180	4 × 3 м	7,8	6,5	–	–	12,2	10,2
НСР ₀₅		2,1	2,7	1,9	2,3	1,6	0,9

ние климата на планете и в отдельно взятых регионах также неизбежно приводит к сокращению периода покоя, который в свою очередь является механизмом адаптации растений зимой.

Урожай зависит не только от числа заложённых цветков, но и от тенденции данного растения к плодоношению. У регулярно плодоносящих сортов яблони наблюдается наличие разнообразных обрастающих плодовых ветвей, среди которых есть и короткие, и длинные. Эта физиологическая неоднородность приводит к растянутости сроков закладки цветочных почек, и они в меньшей степени совпадают с ростом плодов. У сортов же, склонных к периодичности, большая часть плодов формируется на укороченных образованиях типа кольчаток и плодушек, быстро заканчивающих рост. В наших изучаемых сочетаниях большее количество копыец и плодовых прутиков у семилетних деревьев сорта Таврия на подвоях М-9 (30,6%), К-104 (37,6%), К-108 (33,5%).

В 2023 г. отмечено резкое проявление периодичности плодоношения. Вызвано это явление форс-мажорными обстоятельствами в мае-июне предыдущего года (выпадение в июне 131,6 мм осадков). Все это привело к тому, что по сорту Ренет Симиренко получены единичные плоды; по сорту Аврора Крымская урожай равнялся 1,6–2,1 т/га; по сорту Таврия – 1,8–2,7 т/га. Среди подвоев по продуктивности можно выделить М-9, К-104, К-108.

Выводы

В результате изучения отдельных вопросов зависимости продуктивности яблони выяснено, что основным элементом, влияющим на урожай, являются сорт и подвой. В условиях Крыма менее склонными к периодичности плодоношения оказались комбинации сорта Таврия с подвоями умеренной силы роста

(М-9, К-104, К-108).

За 11 лет исследований 2013–2023 гг. на фоне глобального изменения климата на планете и в регионе почти ежегодно наблюдались экстремальные факторы погоды: в семи случаях – стрессовые метеорологические (возвратные заморозки) и в пяти – гидрологические (обильные осадки). Совокупность таких явлений обуславливала снижение урожая в аномальные годы и ухудшение степени дифференциации плодовых почек, т.е. резкое проявление периодичности плодоношения.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № 2022 0005.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. 2022 0005.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

- Плугатарь Ю.В., Смыков А.В. Перспективы развития садоводства в Крыму // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2015;140:5-18.
- Причко Т.Г., Ефимова И.Л. Развитие научного направления «Промышленное интенсивное садоводство на юге России и его основные достижения» // Садоводство и виноградарство. 2016;4:47-52. DOI 10.18454/VSTISP.2016.4.2844.
- Драгавцева И.А., Ефимова И.Л., Клюкина А.В. Оценка взаимодействия в системе «генотип подвоя - привойно-подвойные комбинации яблони - среда» при температурных стрессах летнего периода в Краснодарском крае // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2021;140:60-68. DOI 10.36305/0513-1634-2021-140-60-68.
- Репях М.В. Изменчивость наступления фенологических фаз у яблони в ботаническом саду им. С.М. Крутовского // Международный научно-исследовательский журнал. 2022;3-2(117):46-50. DOI 10.23670/IRJ.2022.117.3.046.
- Киселева Н.С. Особенности периодичности плодоношения груши на юге России // Плодоводство и ягодоводство России. 2016;44:162-169.
- Guitton B., Kelner J.-J., Velasco R., Gardiner S.E., Chagné D., Costes E. Genetic control of biennial bearing in apple. Journal of Experimental Botany. 2012;63(1):131-149. DOI 10.1093/jxb/err261.
- Доля Ю.А., Заремук Р.Ш. Связь фенологии и абиотических факторов при формировании биологических и хозяйственно-ценных признаков черешни // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2023;81(3):169-179. DOI 10.30679/2219-5335-2023-3-81-169-179.
- Дрыгина А.И., Клюкина А.В. Влияние повышенных летних температур на морфогенез плодовых почек черешни в условиях юга России // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2023;81(3):180-188. DOI 10.30679/2219-5335-2023-3-81-180-188.
- Лактионов К.С. Частное плодоводство. Семечковые культуры. СПб.: Лань. 2018:1-192.
- Лактионов К.С. Частное плодоводство. Косточковые культуры. СПб.: Лань. 2018:1-124.
- Иваненко Е.Н., Меншутина Т.В., Костенко М.Г. Потенциал продуктивности сорта яблони Мелба на подвоях разной силы роста // Аграрная наука. 2021;9:114-117. DOI 10.32634/0869-8155-2021-352-9-114-117.

12. Сотник А.И., Танкевич В.В. Влияние подвоев на биохимические и технологические характеристики сортов яблони в Крыму // Плодоводство и ягодоводство России. 2018;53:82-88.
13. Khezri M., Heerema R., Brar G., Ferguson L. Alternate bearing in pistachio (*Pistacia vera* L.): a review. *Trees*. 2020;34(92):114-117. DOI 10.1007/s00468-020-01967-y.
14. Пояркова И.М., Сапаркличева С.Е. Физиологическая роль фенольных соединений // Аграрное образование и наука. 2019;4:1-14.
15. Кондратьев М.Н., Ларикова Ю.С. Фенолы в аллелопатических отношениях между растительными видами // Фенольные соединения: фенольная роль в растениях. 2018:199-204.
16. Тютюма Н.В., Меншутина Т.В., Иваненко Е.Н., Попова Л.В. Урожайность, устойчивость продуктивности и периодичность плодоношения сорто-подвойных комбинаций яблони в условиях северного Прикаспия // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2017;2(46):104-111.
17. Исаева И.С. Органогенез плодовых растений. Москва: Изд-во МГУ. 1977:1-34.
18. Макаренко С.А. Периодичность плодоношения и биологическая продуктивность Алтайских сортов и отборных форм яблони // Актуальные проблемы садоводства в России и пути их решения. 2007:74-78.
19. Моксина Н.В., Герасимова О.А. Индекс периодичности плодоношения яблони в ботаническом саду им. В.М. Крутовского // Актуальные проблемы современного лесоводства. 2020:117-121.
20. Сотник А.И., Танкевич В.В., Чакалов Т.С. Методические рекомендации по проведению исследований в питомниководстве и прогнозированию силы роста подвоев. Симферополь: Полипринт. 2019:1-47.
21. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Альянс. 2014:1-352.
6. Guitton B., Kelner J.-J., Velasco R., Gardiner S.E., Chagné D., Costes E. Genetic control of biennial bearing in apple. *Journal of Experimental Botany*. 2012;63(1):131-149. DOI 10.1093/jxb/err261.
7. Dolya Yu.A., Zaremuk R.Sh. Relationship of phenology and abiotic factors in the formation of biological and economically valuable characteristics of sweet cherry. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2023;81(3):169-179. DOI 10.30679/2219-5335-2023-3-81-169-179 (in Russian).
8. Drygina A.I., Klyukina A.V. Influence of increased summer temperatures on morphogenesis of cherry fruit buds under the conditions of the South of Russia. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2023;81(3):180-188. DOI 10.30679/2219-5335-2023-3-81-180-188 (in Russian).
9. Laktionov K.S. Private Fruit Growing. Seed Crops. St.Petersburg: Lan'. 2018:1-192 (in Russian).
10. Laktionov K.S. Private Fruit Growing. Stone Crops. St.Petersburg: Lan'. 2018:1-124 (in Russian).
11. Ivanenko E.N., Menshutina T.V., Kostenko M.G. Productivity potential of the Melba apple variety on rootstocks of different growth strengths. *Agrarian Science*. 2021;9:114-117. DOI 10.32634/0869-8155-2021-352-9-114-117 (in Russian).
12. Sotnik A.I., Tankevich V.V. The impact of rootstocks on the biochemical and technologic characteristics of apple varieties in the Crimea. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*. 2018;53:82-87 (in Russian).
13. Khezri M., Heerema R., Brar G., Ferguson L. Alternate bearing in pistachio (*Pistacia vera* L.): a review. *Trees*. 2020;34(92):114-117. DOI 10.1007/s00468-020-01967-y.
14. Poyarkova I.M., Saparklicheva S.E. The physiological role of phenolic compounds. *Agrarian Education and Science*. 2019;4:1-14 (in Russian).
15. Kondratyev M.N., Larikova Yu.S. Phenols in the allelopathic relations between plant species. *Phenolic Compounds: Role of Phenols in Plants*. 2018:199-204 (in Russian).
16. Tyutyuma N.V., Menshutina T.V., Ivanenko E.N., Popova L.V. Crop productivity, sustainability and fruiting periodicity of apple tree variety-rootstock combinations in conditions of Northern Caspians. *Proceedings of the Nizhnevolzhskiy Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education*. 2017;2(46):104-111 (in Russian).
17. Isaeva I.S. Organogenesis of fruit plants. Moscow: Publishing House of Moscow State University. 1977:1-34 (in Russian).
18. Makarenko S.A. The fruiting periodicity and biological productivity of Altai apple cultivars and selection forms. *Actual Problems of Gardening in Russia and Ways to Solve Them*. 2007:74-78 (in Russian).
19. Moksina N.V., Gerasimova O.A. Index of fruiting periodicity of apple trees in the Botanical Garden named after Krutovskiy V.M. *Actual Problems of Modern Forestry*. 2020:117-121 (in Russian).
20. Sotnik A.I., Tankevich V.V., Chakalov T.S. Methodological recommendations for conducting research in nursery breeding and forecasting the strength of rootstock growth. 2019:1-54 (in Russian).
21. Dospikhov B.A. Methodology of field experience with the basics of statistical processing of research results. M.: Alliance. 2014:1-352 (in Russian).

References

1. Plugatar Yu.V., Smykov A.V. Prospects for the development of horticulture in Crimea. *Collection of Scientific Works of SNBG*. 2015;140:5-18 (in Russian).
2. Prichko T.G., Efimova I.L. The development of scientific direction «Industrial intensive horticulture and its major achievements». *Horticulture and Viticulture*. 2016;4:47-52 (in Russian).
3. Dragavtseva I.A., Efimova I.L., Klyukina A.V. Evaluation of interaction in the system "genotype of stock-scion/stock combinations of apple tree - habitat" at temperature stresses of the summer period in the Krasnodar territory. *Bulletin of the State Nikitsky Botanical Garden*. 2021;140:60-68. DOI 10.36305/0513-1634-2021-140-60-68 (in Russian).
4. Repyakh M.V. Variability of the onset of phenological phases in apple trees in the botanical garden named after S.M. Krutovskiy. *International Research Journal*. 2022;3-2(117):46-50. DOI 10.23670/IRJ.2022.117.3.046 (in Russian).
5. Kiseleva N.S. Peculiarities of fructification periodicity of pear in the South of Russia. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*. 2016;44:162-169 (in Russian).

Информация об авторах

Валентина Викторовна Танкевич, канд. с.-х. наук, зав. лабораторией питомниководства, вед. науч. сотр.; e-мэйл: sadovodstvo.koss@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5816-599X>;

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

Information about authors

Valentina V. Tankevich, Cand. Agric. Sci., Head of the Nursery Management Laboratory, Leading Staff Scientist; e-mail: sadovodstvo.koss@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5816-599X>;

Alexander I. Sotnik, Dr. Agric. Sci., Deputy Director for Science, Leading Staff Scientist; e-mail: sadovodstvo.koss@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8405-5321>.

Статья поступила в редакцию 30.05.2024, одобрена после рецензии 10.07.2024, принята к публикации 27.08.2024.