

Факторы, оказывающие влияние на формирование продуктивности и распределение нагрузки урожаем в кронах деревьев яблони в интенсивном саду

Бабинцева Н.А.[✉], Кириченко В.С.

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

[✉]n.babintseva@list.ru

Аннотация. Ведущая роль в повышении эффективности отрасли садоводства принадлежит интенсивным технологиям, которые способствуют реализации потенциала продуктивности плодовых культур и получению стабильных урожаев высококачественной плодово-ягодной продукции. Наряду с биологическими особенностями сортов огромное значение для повышения продуктивности яблони имеют агротехнические факторы и в первую очередь оптимизация параметров конструкции насаждений, главными элементами которой являются схемы посадки деревьев и формирование крон. Работа выполнялась в отделении «Крымская опытная станция садоводства» ФГБУН «НБС-ННЦ РАН» в интенсивном саду яблони 2013 г. посадки на протяжении 2019–2020 гг. по методикам полевых исследований с плодовыми культурами. Объектами исследований являлись сорта яблони Бреберн, Джалита и Ренет Симиренко на подвое М 9 при схеме посадки 4 x 1 м (2500 дер./га). Система содержания почвы в приствольных полосах – гербицидный пар, в междурядьях – черный пар. В саду функционирует капельное орошение. В результате исследований для закладки интенсивных садов выделены более продуктивные формы кроны – безлидерная уплощенная (Ренет Симиренко), трехлидерная крона (Джалита) и французская ось для всех трех сортов, урожай которых выше в 1,2–1,7 раза по сравнению со стройным веретенком. Установлено также, что наилучшие физиологические предпосылки для формирования листовой поверхности, нагрузки деревьев генеративными органами и распределение зоны плодоношения создавались в вышеуказанных формах кроны и зависели от биологических особенностей сорта и обрастающей плодовой древесины внутри кроны. Фотосинтетическая деятельность площади листовой поверхности обеспечивает получение 2,2–3,6 кг плодов у сорта Ренет Симиренко, у Джалиты – 2,0–2,2 и у Бреберна – 1,2–1,7 кг плодов в каждом квадратном метре их площади.

Ключевые слова: яблоня; форма кроны; сорт; продуктивность; листовая поверхность; плодовые образования; удельная нагрузка урожаем.

Для цитирования: Бабинцева Н.А., Кириченко В.С. Факторы, оказывающие влияние на формирование продуктивности и распределение нагрузки урожаем в кронах деревьев яблони в интенсивном саду // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(1):39-44. DOI 10.34919/IM.2024.40.79.006.

O R I G I N A L R E S E A R C H

Factors affecting the formation of intensive garden productivity and distribution of crop load in the crowns of apple trees

Babintseva N.A.[✉], Kirichenko V.S.

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

[✉]n.babintseva@list.ru

Abstract. The leading role in increasing the efficiency of horticulture industry belongs to intensive technologies that help to unlock the productivity potential of fruit crops, and obtain consistent yields of highly marketable fruit and berry products. Along with the biological characteristics of varieties, agrotechnical factors are of great importance for increasing the productivity of apple trees, and first of all, optimization of planting design parameters, the main elements of which are tree planting patterns and crown shaping. The work was carried out in the Crimean Experimental Horticulture Station Department of the FSBI NBS-NSC of the RAS during 2019–2020 in the intensive apple garden planted in 2013 according to the methods of field research with fruit crops. The objects of research were apple varieties 'Braeburn', 'Jalita' and 'Renet Simirenko' on the rootstock M 9 with a planting pattern of 4 x 1 m (2500 trees/ha). The soil maintenance system in the tree trunk strips is herbicidal fallow, and in the inter-row spaces - black fallow. The garden is drip irrigated. As a result of research, more productive crown shapes were selected for planting of intensive gardens - leaderless flattened crown ('Renet Simirenko'), three-leader crown ('Jalita') and French axis for all three varieties, the yield of which was 1.2–1.7 times higher compared to a slender spindle crown shape. It was also established that the best physiological background for the formation of leaf surface, the load of trees with generative organs and fruiting zone distribution were created when using the above mentioned crowns, and depended on the biological characteristics of variety and the overgrowing fruit wood inside the crown. Photosynthetic activity of leaf surface area ensures the yield of 'Renet Simirenko' variety 2.2–3.6 kg, 'Jalita' – 2.0–2.2 kg and 'Braeburn' – 1.2–1.7 kg of fruits per each m² of their area.

Key words: apple tree; crown shape; variety; productivity; leaf surface; fruit formations; specific crop load.

For citation: Babintseva N.A., Kirichenko V.S. Factors affecting the formation of intensive garden productivity and distribution of crop load in the crowns of apple trees. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(1):39-44. DOI 10.34919/IM.2024.40.79.006 (in Russian).

Введение

Ведущая роль в повышении эффективности отрасли садоводства принадлежит интенсивным технологиям, которые способствуют реализации потенциала продуктивности плодовых культур и получению стабильных урожаев высококачественной плодово-ягодной

продукции в конкретных природно-климатических условиях [1–3]. Интенсификация садоводства как в целом по России, так и в Крыму базируются на широком применении садов на слаборослых клоновых подвоях, для которых характерно раннее плодоношение, быстрое нарастание урожайности в сравнении с садами на сильнорослых подвоях [4–6]. Интенсивное выращивание яблони (*Malus domestica* Borkh) невоз-

можно без уплотненных посадок, основная задача которых заключается в увеличении продуктивности с единицы площади, ускорения начала товарного плодоношения, окупаемости капитальных затрат и снижения себестоимости производства [7–9]. Уплотненное размещение на единице площади сада плодовых деревьев с малогабаритными кронами имеет огромное значение в создании единой эффективной фотосинтезирующей структуры. В интенсивном саду растения быстрее осваивают индивидуальную площадь питания и в течение вегетационного периода формируют и сохраняют сбалансированную листовую поверхность с хорошей освещенностью, что приводит к высокой чистой продуктивности фотосинтеза [10–12]. Для поддержания продуктивного фотосинтеза уровень солнечной радиации должен быть не менее 25 %, для дифференциации генеративных почек – не ниже 30 %, а для формирования интенсивно окрашенных плодов хорошего качества – не менее 50 % [11, 13–14]. Огромное значение в интенсификации садоводства придается сорту, поскольку критерием продуктивности интенсивных плодовых насаждений является урожайность, которая определяется потенциалом продуктивности генотипа. Регулярность плодоношения зависит от генотипических особенностей сортов, нагрузки деревьев генеративными органами [15–18]. Наряду с биологическими особенностями сортов важное значение для повышения продуктивности яблони имеют агротехнические факторы и в первую очередь оптимизация параметров конструкции насаждений, главными элементами которой являются схемы размещения деревьев и формирование крон [4–5, 19–20]. Насаждения с крупногабаритными кронами требуют больших затрат ручного труда при обрезке деревьев, уборке урожая, обработке против болезней и вредителей. Формирование урожая у таких деревьев происходит в неравнозначных условиях и поэтому плоды неравноценны по качеству [5, 21–23]. Урожайность сада базируется на нескольких важных показателях: интенсивности цветения, площади листьев, их освещенности, продуктивности фотосинтеза, фотосинтетическом потенциале сада и агротехнике, их обеспечивающей [7, 11, 13, 16, 22].

Цель исследований – изучение влияния разных форм кроны на формирование листовой поверхности, продуктивности, распределения генеративных образований и нагрузки урожаем в кронах деревьев яблони в интенсивном саду на подвое М 9 в условиях Крыма.

Материалы и методы исследований

Исследования по изучению влияния разных форм кроны на формирование продуктивности, листовой поверхности и распределение пунктов плодоношения у яблони проводили в интенсивном саду 2013 г. на протяжении 2019–2020 гг. в отделении «Крымская опытная станция садоводства» ФГБУН «НБС-ННЦ РАН». Объектом исследований являлись сорта с разной побегообразовательной способностью: Бреберн, Джалита и Ренет Симиренко на подвое М 9. Схема посадки – 4,0 x 1,0 м (2500 дер./га). Схема опы-

та: I вариант – стройное веретено (контроль); II вариант – безлидерная уплощенная крона; III вариант – трехлидерная крона; IV вариант – французская ось. Опыт микроделяночный, в 10-кратной повторности (дерево-повторность). В вышеуказанной схеме опыта формы кроны впервые разработаны сотрудниками лаборатории технологий выращивания плодовых культур (вариант II и III) и испытываются на практике в производственных условиях по технологическим параметрам, кроме контрольного варианта (он хорошо изучен и представлен как эталон для сравнения). Почва опытного участка – луговой чернозем карбонатный на аллювиальных отложениях. Система содержания почвы в приствольных полосах – гербицидный пар, в междурядьях – черный пар. В саду функционирует капельное орошение. Учеты и наблюдения проводили по программам и методикам сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [24–25]. Статистическую обработку выполняли по Б.А. Доспехову [26].

Результаты и их обсуждение

Величина продуктивности растений во многом зависит от размера листовой поверхности и от интенсивности фотосинтетических процессов, проходящих в них, поэтому площадь листьев в любом типе сада является главным фактором повышения потенциальной продуктивности деревьев [11, 13–14]. В результате сравнительной оценки показателей площади листовой поверхности установлено, что структура обрастающей плодовой древесины внутри кроны, размер листовой пластинки сорта и построение формы кроны оказывают существенное влияние на фотосинтетическую активность листьев. Так, в насаждениях сорта Бреберн при формировании трехлидерной кроны и французской оси площадь листовой поверхности составила 19,7 и 21,0 тыс. м²/га, что в 1,2–1,3 раза выше, чем у стройного веретена (контроль, 16,1 тыс. м²/га). Фотосинтетическая деятельность площади листовой поверхности на одном дереве в размере 6,7 и 6,8 м² обеспечивает получение 1,3 и 1,7 кг плодов в каждом квадратном метре их площади. Деревья сорта Ренет Симиренко с безлидерной уплощенной кроной и французской осью сформировали площадь листовой поверхности на уровне 17,0 и 17,9 тыс. м² на 1 га сада, что также в 1,5–1,6 раза выше, чем у деревьев стройного веретена (контроль, 11,4 тыс. м²/га). Ассимиляционная поверхность на одном дереве у этих крон составила 7,2 и 6,8 м², что обеспечило формирование урожая в размере 3,6 и 1,8 кг плодов в каждом квадратном метре их листовой площади (табл. 1). Одним из показателей, характеризующих фотосинтетическую деятельность листьев, является площадь листовой пластинки. Размер пластинки зависит от сорта и структуры прироста. Так, площадь листовой пластинки практически была одинаковой у сорта Бреберн и Ренет Симиренко на ростовых побегах и находилась в пределах 18,3–23,5 см², а листья у Джалиты были несколько крупнее, у которых площадь листовой пластинки составляла от 26,2 (французская ось) до 32,9 см² (безлидерная уплощенная крона).

Таблица 1. Площадь листовой поверхности и удельная нагрузка урожаем в насаждениях яблони в зависимости от формы кроны на подвое М 9, 2020 г.**Table 1.** Leaf surface area and specific crop load in apple tree gardens in accordance with the crown shape on the rootstock M 9, 2020

Форма кроны	Площадь листьев, м ²		Урожайность, т/га	Удельный коэффициент нагрузки урожаем, кг			Урожай в сумме за 2015–2020 гг., т/га
	на одно дерево, м ²	на 1 га, тыс. м ²		на 1 м ² проекции кроны	на 1 м ³ объема кроны	на 1 м ² площади листьев	
Бреберн							
Стройное веретено (контроль)	6,4	16,1	10,5	3,6	2,4	0,7	74,7
Безлидерная уплощенная крона	5,4	13,5	15,5	6,2	6,7	1,2	54,6
Трехлидерная крона	6,7	19,7	20,4	7,9	6,4	1,3	69,5
Французская ось	6,8	21,0	28,7	8,9	7,0	1,7	81,5
НСР ₀₅			1,5	0,6	0,4	0,5	
Ренет Симиренко							
Стройное веретено (контроль)	4,5	11,4	25,8	8,7	6,2	2,2	61,8
Безлидерная уплощенная крона	7,2	17,9	65,2	11,4	7,4	3,6	104,4
Трехлидерная крона	5,4	13,4	22,7	9,3	4,3	1,7	70,4
Французская ось	6,8	17,0	27,9	10,6	6,4	1,8	90,2
НСР ₀₅			1,8	0,3	0,3	0,4	

У сорта Джалита большими размерами характеризуются листья на плодовых прутиках, копыцах и кольчатках по сравнению с сортами Бреберн и Ренет Симиренко. Комплексным показателем активности фотосинтетической деятельности листьев является урожайность яблони. Такие показатели, как коэффициент удельной нагрузки урожаем в 1 м² площади проекции и 1 м³ объема кроны отражают эффективность использования любой кроны в саду. Урожай при формировании безлидерной уплощенной кроны у деревьев сорта Ренет Симиренко на восьмой год после посадки сада составил 65,2 т/га, что обеспечило удельную нагрузку урожаем на уровне 11,4 кг плодов в каждом квадратном метре проекции кроны и 7,4 кг плодов в каждом кубическом метре объема кроны. У этого сорта при формировании французской оси (27,9 т/га) по 10,6 и 6,4 кг плодов соответственно вышеуказанным параметрам. Урожайность у деревьев сорта Бреберн получена на уровне 28,7 и 20,4 т/га при формировании французской оси и трехлидерной кроны обеспечила нагрузку урожаем в размере 7,9 и 8,9 кг в 1 м² проекции кроны, а также 7,0 и 6,4 кг плодов в 1 м³ объема кроны. За период исследований 2015–2020 гг. суммарная урожайность по сорту Ренет Симиренко при формировании безлидерной уплощенной кроны получена в размере 104,4 т/га и французской оси – 90,2 т/га, что в 1,7 и 1,4 раза выше, чем у стройного веретена (61,8 т/га, контроль). У деревьев сорта Бреберн суммарная урожайность несколько ниже на уровне 54,6 и 69,5 т/га (безлидерно-уплощенная и трехлидерная кроны) и только с французской осью составила 81,5 т/га (74,7 т/га, стройное

веретено, контроль). Суммарная урожайность у сорта Джалита за вышеуказанный период составила 85,5 и 86,7 т/га (французская ось, трехлидерная крона), 79,9 т/га (безлидерная уплощенная крона), в контроле 71,9 т/га (стройное веретено). Следовательно, чем выше площадь листовой поверхности на дереве, тем больше шансов получить высокий урожай. Очень важно в плотных посадках сада создавать условия обеспеченности светом к пунктам плодоношения внутри кроны, что способствует лучшей закладке плодовой почки, позволяет снизить объем непродуктивной зоны в кроне и увеличить выход высококачественных окрашенных плодов. При оценке расположения пунктов плодоношения в кроне установлено, что на соотношение генеративных образований оказывает влияние биологические особенности сорта, тип плодоношения и построение формы кроны. Так, плодовые образования у изучаемых сортов находятся в основном на двухлетней древесине – 81,1 %, а на трехлетней древесине – 18,9 % в зависимости от формы кроны. У деревьев сорта Ренет Симиренко с трехлидерной кроной на кольчатках формируется 81 % урожая, на плодовых прутиках – 7,0 % и на копыцах – 12 %, в кронах безлидерной уплощенной кроны и французской оси на кольчатках 80 %, на прутиках 3,0–6,0 % и копыцах 12,0–17,0 %. У деревьев сорта Бреберн 97,0 % урожая расположено на кольчатках (французская ось); 90,0 % (трехлидерная крона); 80,0 % (стройное веретено) и 75,0 % (безлидерная уплощенная крона), на плодовых прутиках от 3,0–10,0 до 20,0–25,0 % (табл. 2).

Структура формирования плодовых образований в кронах деревьев сорта Джалита совсем иная. Если

Таблица 2. Распределение нагрузки урожаем у деревьев яблони на подвое М 9 в зависимости от формы кроны, схема посадки – 4 х 1 м, 2019–2020 гг.**Table 2.** Distribution of crop load in apple trees on М 9 rootstock in accordance with the crown shape, planting pattern – 4 х 1 м, 2019–2020

Форма кроны	Распределение нагрузки урожаем в кроне деревьев, %					
	по высоте дерева, %			на плодовых образованиях		
	от 0,7 до 1,5 м	от 1,5 до 2,0 м	выше 2,0 м	кольчатки	плодовые прутики	копьеца
Бреберн						
Стройное веретено (контроль)	30,0	45,0	25,0	80,0	20,0	0
Безлидерная уплощенная крона	45,6	41,0	14,0	75,0	25,0	0
Трехлидерная крона	33,0	44,0	23,0	90,0	10,0	0
Французская ось	33,0	40,0	27,0	97,0	3,0	0
Джалита						
Стройное веретено (контроль)	13,0	63,0	24,0	96,0	4,0	0
Безлидерная уплощенная крона	49,0	39,0	12,0	75,0	20,0	5,0
Трехлидерная крона	55,0	18,0	27,0	70,0	27,0	3,0
Французская ось	10,0	70,0	20,0	81,0	15,0	4,0
Ренет Симиренко						
Стройное веретено (контроль)	16,0	42,0	42,0	90,0	3,0	7,0
Безлидерная уплощенная крона	43,0	49,0	8,0	80,0	6,0	14,0
Трехлидерная крона	21,0	49,0	30,0	81,0	7,0	12,0
Французская ось	68,0	22,0	10,0	80,0	3,0	17,0

при формировании деревьев по типу стройного веретена 96,0 % урожая формируется на кольчатках и 4,0 % на прутиках, то при формировании французской оси 81,0 % (кольчатка), 15,0 % (плодовые прутики) и 4,0 % (копьеца). На деревьях безлидерной уплощенной и трехлидерной крон этого сорта располагается 70,0 и 75,0 % плодов на кольчатках; 20,0 и 27,0 % на плодовых прутиках, а 3,0 и 5,0 % на копьецах соответственно формам кроны. Неравномерное расположение плодов по всей длине центрального проводника зависит от построения формы кроны и обрастающей древесины с плодовыми образованиями. Сортные различия по распределению плодов ярко выражены в кронах деревьев с французской осью. Так, у сорта Ренет Симиренко 68 % плодов расположены в промежутках 0,7–1,5 м, 22 % – от 1,5 до 2,0 м и 1 % плодов – выше 2,0 м высоты дерева. У деревьев сорта Бреберн с аналогичной формой кроны 33 % плодов расположены на высоте 0,7–1,5 м, 40 % – от 1,5 до 2,0 м и 27 % – выше 2,0 м, у сорта Джалита – 10, 70 и 20 % соответственно по высоте кроны (табл. 2). В силу особенностей формирования безлидерной уплощенной кроны у всех трех сортов плоды располагались более равномерно: в нижней части кроны на уровне 0,7–1,5 м – 43,0–49,0 %, на высоте 1,5–2,0 м – 39,0–49,0 % и выше 2,0 м – 8,0–14,0 %. У деревьев сорта Бреберн с трехлидерной, стройного веретена и безлидерной уплощенной кронами 33,0–47,0 % плодов расположены на уровне до 1,5 м, 40,0–45 % плодов – на высоте 1,5–2,0 м и 14,0–27,0 % плодов – выше 2,0 м. Таким образом, наилучшие физиологические предпосылки для закладки цветковых почек, формирования и ро-

ста плодов, а также получение высокой урожайности создавались в кронах деревьев безлидерной уплощенной, французской оси и трехлидерной крон.

Выводы

В интенсивном саду на подвое М 9 с плотностью посадки деревьев 2500 деревьев на 1 га (4 х 1 м) в начальный период плодоношения (2015–2020 гг.) более продуктивными являются формы кроны у сорта Ренет Симиренко – безлидерная уплощенная (104,4 т/га) и французская ось (92,0 т/га), у Джалиты – трехлидерная (86,7 т/га) и французская ось (85,5 т/га), у Бреберна – французская ось (84,5 т/га), урожай которых выше в 1,2–1,7 раза по сравнению со стройным веретеном (61,8 т/га; 71,9 т/га, контроль).

Выявлено, что наилучшие физиологические предпосылки для формирования листовой поверхности, нагрузки деревьев генеративными органами и распределение пунктов плодоношения создавались в вышеуказанных кронах и зависели от биологических особенностей сорта и обрастающей плодовой древесины внутри кроны.

Фотосинтетическая продуктивность листьев в интенсивном саду яблони на восьмой год после посадки сада составила 2,2–3,6 кг/м² у сорта Ренет Симиренко (безлидерная уплощенная крона, французская ось), у Джалиты – 2,0–2,2 кг/м² (трехлидерная крона, французская ось) и Бреберна – 1,2–1,7 кг/м² (французская ось).

В результате исследований также установлено, что 81,1 % генеративных образований располагаются на двухлетней древесине и 18,9 % – на трехлетней древесине, причем основная нагрузка урожаем 70,0–

97,0 % располагается на кольчатках, 3,0–27,0 % – на плодовых прутиках и 3,0–17,0 % – на копыцах в зависимости от биологических особенностей сорта и формы кроны.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № 0829-2019-0033.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. 0829-2019-0033.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Трунов Ю.В., Соловьев А.В., Куличихин И.В. Модели продуктивности современных яблоневых садов в средней полосе России // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2022;2(69):12-17.
2. Круглов Н.М. Реальные возможности для инновационного развития промышленного садоводства в ЦЧР // Агротехнологии XXI века. Воронеж: ВГАУ. 2017:195-163.
3. Шахмирзоев Р.А., Догеев Г.Д., Шахмирзоев А.Р. Развитие интенсивного садоводства в Республике Дагестан // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2017;144-2:51-55.
4. Хамурзаев С.М., Мадаев А.А., Анасов И.М. Интенсивные сады яблони с высокой плотностью питания // Известия Чеченского ГУ им. А.А. Кадырова. 2019;3(15):38-43.
5. Григорьева Л.В., Кирина И.Б., Третьякова Я.А. Мичуринские сады: прошлое, настоящее и будущее // Наука и Образование. 2020;3(3):7.
6. Маркус А. Садоводство? Только интенсивное // Селекция, семеноводство и генетика. 2018;3(21):38-41.
7. Плуغاتарь Ю.В., Бабинцева Н.А., Сотник А.И. Эффективность производства плодов яблони в интенсивных садах Крыма // Биология растений и садоводство: теория, инновации. 2022;2(163):6-17. DOI 10.36305/2712-7788-2022-2-163-6-17.
8. Hugard J. High density planting in French orchards: development and current achievements. Acta Horticulturae. 2012:1-308.
9. Капичникова Н.Г. Влияние схем размещения на урожайность и экономические показатели сорто-подвойных комбинаций яблони // Плодоводство. 2013;25:42-48.
10. Ярошенко О.В., Караваева А.В. Фотосинтетическая активность и продуктивность яблони интенсивного типа в условиях центральной зоны Краснодарского края // Субтропическое и декоративное садоводство. 2020;73:160-167. DOI 10.31360/2225-3068-2020-73-160-167.
11. Тымчик Н.Е., Кравченко Р.В., Горбунов И.В. Влияние некоторых элементов конструкции сада на освещенность кроны и фотосинтетическую активность деревьев яблони // Проблемы и перспективы развития науки в России и мире. 2019:239-242.
12. Бабинцева Н.А. Влияние разных сроков проведения обрезки на характер роста, побегообразования и листовую поверхность деревьев яблони (*Malus domestica* Borkh) в условиях Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;4(22):342-348. DOI 10.34919/IM.2022.91.81.007.
13. Григорьева Л.В., Ершова О.А. Особенности формирования площади листьев слаброслых деревьев яблони в ин-

тенсивном саду // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2012;2:9-12.

14. Сергеев Ю.И. Влияние системы формирования на уровень освещенности кроны в условиях интенсивных насаждений яблони на Юге России // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2013;23(5):114-120.
15. Соловьев А.В., Трунов Ю.В., Куличихин И.В. Продуктивность сортов яблони в интенсивных садах Липецкой области // Достижения науки и техники АПК. 2022;36(12):5-9. DOI 10.53859/02352451_2022_36_12_5.
16. Robinson T.L. Effect of tree density and tree shape on light interception, tree growth, yield and economic performance of apples. Acta Hort. 2013:1-732.
17. Красова Н.Г., Галашева А.М., Ожерельева З.Е. Рост и плодоношение сортов яблони в интенсивном саду // Современное садоводство. 2015;1(13):20-24.
18. Трунов Ю.В., Соловьев А.В. Промышленный сортимент яблони для средней полосы России // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2018;13:459-462.
19. Койнова А.Н. Будущее за интенсификацией садоводства // АгроФорум. 2019;7:10-11.
20. Копылов В.И. Продуктивность загущено-строчного сада яблони при выращивании без орошения в условиях Крыма // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2019;17(180):5-13.
21. Кириченко В.С., Бабинцева Н.А. Влияние формы кроны на активность ростовых процессов и трудоемкость выполнения обрезки деревьев яблони (*Malus domestica* Borkh) в условиях Предгорного Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;22(3):242-245. DOI 10.35547/IM.2020.22.3.012.
22. Меделяева А.Ю., Куличихин И.В., Соловьев А.В., Трунов Ю.В. Формирование качества плодов яблони в садоводстве средней полосы России // Экологические проблемы в отечественном садоводстве: IV Потаповские чтения. 2022:111-115.
23. Ярошенко О.В., Попова В.П. Формирование химического состава и товарных качеств плодов яблони в условиях интенсивных технологий возделывания // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2016;5(13):15-23.
24. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общ. ред. Е.Н. Седова, Т.Г. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК. 1999:1-606.
25. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общ. ред. Г.А. Лобанова. Мичуринск: ВНИИС. 1973:1-496.
26. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Альянс. 2014:1-352.

References

1. Trunov Yu.V., Soloviev A.V., Kulichikhin I.V. Productivity models of modern apple gardens in central Russia. Michurinsk State Agrarian University. Michurinsk. 2022;2(69):12-17 (in Russian).
2. Kruglov N.M. Real opportunities for innovative development of industrial horticulture in the CCR. Agricultural Technologies of the 21st Century. 2017:195-163 (in Russian).
3. Shakhmirzoev R.A., Dogeyev G.D., Shakhmirzoev A.R. Development of intensive gardening in the Republic of Dagestan. Collection of scientific works of SNBG. 2017;144-2:51-55 (in Russian).
4. Khamurzaev S.M., Madaev A.A., Anasov I.M. Modern intensive apple-tree orchards of high growing space. News

- of the Chechen State University named after A.A. Kadyrov. 2019;3(15):38-43 (in Russian).
5. Grigorieva L.V., Kirina I.B., Tretyakova Ya.A. Michurinsky gardens: past, present and future. Science and Education. 2020;3(3):7 (in Russian).
 6. Marcus A. Gardening? Only the intensive one. Selection, Seed Production and Genetics. 2018;3(21):38-41 (in Russian).
 7. Plugatar Yu.V., Babintseva N.A., Sotnik A.I. The efficiency of apple fruit production (*Malus domestica* Borkh.) in intensive gardens of the Crimea. Plant Biology and Horticulture: Theory, Innovations. 2022;2(163):6-17. DOI 10.36305/2712-7788-2022-2-163-6-17 (in Russian).
 8. Hugard J. High density planting in French orchards: development and current achievements. Acta Horticulturae. 2012:1-308.
 9. Kapichnikova N.G. Planting scheme influence on yield and economic indexes of variety and rootstock apple tree combinations. Fruit Growing. 2013;25:42-48 (in Russian).
 10. Yaroshenko O.V., Karavayeva A.V. Photosynthetic activity and productivity of an intensive apple tree in the conditions of the central zone of Krasnodar territory. Subtropical and Ornamental Gardening. 2020;73:160-167. DOI 10.31360/2225-3068-2020-73-160-167 (in Russian).
 11. Tymchik N.E., Kravchenko R.V., Gorbunov I.V. The influence of some elements of garden design on light interception of crown and photosynthetic activity of apple trees. Problems and Prospects for the Development of Science in Russia and Worldwide. 2019:239-242 (in Russian).
 12. Babintseva N.A. The effect of different pruning time on the pattern of growth, shoot formation and leaf surface area of apple trees (*Malus domestica* Borkh) in Crimea. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022;24(4):342-348. DOI 10.34919/IM.2022.91.81.007 (in Russian).
 13. Grigorieva L.V., Ershova O.A. Formation features of leaves area of slightly grown apple trees in an intensive orchard. Bulletin of Michurinsk state agrarian university. 2012;2:9-12 (in Russian).
 14. Sergeev Yu.I. Influence of the forming system on the level of crown lighting in the conditions of apple-trees intensive plantations in the South of Russia. Fruit Growing and Viticulture of South Russia. 2013;23(5):114-120 (in Russian).
 15. Soloviev A.V., Trunov Yu.V., Kulichikhin I.V. Productivity of apple varieties in intensive orchards of the Lipetsk region. Achievements of Science and Technology of the Agro-Industrial Complex. 2022;36(12):5-9. DOI 10.53859/02352451_2022_36_12_5 (in Russian).
 16. Robinson T.L. Effect of tree density and tree shape on light interception, tree growth, yield and economic performance of apples. Acta Hort. 2013:1-732.
 17. Krasova N.G., Galasheva A.M., Ozherelieva Z.E. Growth and fruit-bearing of apple cultivars in the intensive orchard. Contemporary Horticulture. 2015;1(13):20-24 (in Russian).
 18. Trunov Yu.V., Soloviev A.V. Industrial assortment of apple trees for Central Russia. New and Non-Traditional Plants and Prospects for Their Use. 2018;13:459-462 (in Russian).
 19. Koinova A.N. The future lies in the intensification of horticulture. AgroForum. 2019;7:10-11 (in Russian).
 20. Kopilov V.I. The productivity of the thickened-lowercase garden of an apple tree when grown without irrigation in the Crimea. Transactions of Taurida Agricultural Science. 2019;17(180):5-13 (in Russian).
 21. Kirichenko V.S., Babintseva N.A. The effect of a crown shape on the activity of the processes of growth and the complexity of apple tree (*Malus domestica* Borkh) pruning in the conditions of the Piedmont zone of Crimea. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2020;22(3):242-245. DOI 10.35547/IM.2020.22.3.012 (in Russian).
 22. Medelyaeva A.Yu., Kulichikhin I.V., Soloviev A.V., Trunov Yu.V. Forming the quality of apple fruits in horticulture in the Central Russia. Environmental Problems in Domestic Horticulture: IV Potapov Readings. 2022:111-115 (in Russian).
 23. Yaroshenko O.V., Popova V.P. Formation of chemical composition and commodity qualities of fruits of apple tree under the conditions of the intensive technologies of the cultivation. Technologies of Food and Processing Industry in Agro-Industrial Complex – Healthy Nutrition Products. 2016;5(13):15-23 (in Russian).
 24. Program and methodology of sorting fruit, berry and nut crops. Under the general editorship of E.N. Sedov, T.G. Ogoltsova. Orel: VNIISP. 1999:1-606 (in Russian).
 25. Program and methodology of varietal study of fruit, berry and nut crops. Under the general editorship of G.A. Lobanov. Michurinsk: VNIIS. 1973:1-496 (in Russian).
 26. Dospelkhov B.A. Methodology of field experiment with the basics of statistical processing of research results. M.: Alliance. 2014:1-352 (in Russian).

Информация об авторах

Нина Александровна Бабинцева, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр., зав. лабораторией технологий выращивания плодовых культур отделения «Крымская опытная станция садоводства»; e-мэйл: n.babintseva@list.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2558-6808>;

Виктория Сергеевна Кириченко, мл. науч. сотр. лаборатории технологий выращивания плодовых культур отделения «Крымская опытная станция садоводства»; e-мэйл: loginova_v_koss@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5613-8939>.

Information about authors

Nina A. Babintseva, Cand. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Laboratory of Technologies for Growing Fruit Crops, Crimean Experimental Horticulture Station Department; e-mail: n.babintseva@list.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2558-6808>;

Victoria S. Kirichenko, Junior Staff Scientist, Laboratory of Technologies for Growing Fruit Crops, Crimean Experimental Horticulture Station Department; e-mail: loginova_v_koss@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5613-8939>.

Статья поступила в редакцию 23.01.2024, одобрена после рецензии 05.02.2024, принята к публикации 21.02.2024.