

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОГО УРОЖАЯ РАСТЕНИЙ ЯБЛОНИ В НАСАЖДЕНИЯХ ЧЕРНОМОРСКОЙ ЗОНЫ САДОВОДСТВА

Дорошенко Т.Н.¹, Белоус О.Г.², Рязанова Л.Г.¹, Тутберидзе Ц.В.², Яблонская Е.К.¹

¹ Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина»,
Краснодар, Россия, e-mail: doroshenko-t.n@yandex.ru

² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр
Российской академии наук»,
Сочи, Россия, e-mail: oksana191962@mail.ru

По результатам лабораторных и полевого опыта, поставленного в Черноморской зоне садоводства (г. Сочи, почвы – бурые лесные) использование в насаждениях яблони органического удобрения – конского навоза улучшает гумусное состояние почвы, обеспечивая значительное увеличение площади листьев деревьев и хозяйственного урожая (на 27–30 % в сравнении с контрольным значением). Некорневая подкормка растений комплексным органическим удобрением «Хелат Налив» способствует значительному увеличению размера плодов. Обоснована перспективность применения органических удобрений для повышения в тканях листьев и плодов яблони важнейших составляющих антиоксидантной системы: каротиноидов и аскорбиновой кислоты, способной обезвреживать активные формы кислорода. Выявлена роль препарата «Хелат Налив» в оптимизации закладки и ритма дальнейшего развития генеративных почек, определяющих результативность реализации потенциальной продуктивности яблони в смежные сезоны.

Ключевые слова: яблоня, почвы, органические удобрения, листья, плоды, антиоксиданты, этапы органогенеза, хозяйственный урожай.

Общеизвестно, что фрукты, являясь источником витаминов и биологически активных веществ, составляют основу здорового питания человека, обеспечивающего высокий уровень его жизни [8, 9]. Именно поэтому устойчивое производство экологически безопасных плодов – одна из ключевых проблем АПК России. Очевидно, для её решения необходима реализация принципов биологизации садоводства. Такой подход к созданию технологий выращивания плодовых культур, предусматривающих существенное снижение химического пресса на экосистему

сада, весьма перспективен для территорий Черноморской зоны садоводства, где сконцентрированы основные туристско-рекреационные кластеры.

Важнейшим элементом биологизированной системы производства плодовой продукции должно стать рациональное применение органических удобрений. Определена возможность некоторой корректировки динамики процессов роста и развития растений яблони при использовании различных элементов питания [4, 7, 12, 17]. Отмечено, в частности, положительное влияние обработки растений комплексным органическим удобрением «Хелат Налив» на размер плодов [21].

Вместе с тем, при выращивании яблони наиболее результативно применение системы корневого и некорневого питания растений [12, 13].

С учётом изложенного **целью исследований** явилось определение влияния органических удобрений (корневого и некорневого питания) на особенности формирования хозяйственного урожая растений яблони в специфических природных условиях Черноморской зоны садоводства.

Объекты и методы исследований. Эксперименты проводили в 2019–2021 годах в условиях лабораторного и полевого опыта, поставленного в насаждениях яблони ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук» (ФИЦ СНИЦ РАН) города Сочи (почвы – бурые лесные). Агротехника на опытном участке соответствовала рекомендованной [15]. Сад заложен в 2002 г. Схема размещения деревьев 5×2 м. Исследовали растения яблони сорта Флорина на подвое ММ106. Повторность опыта – 5-кратная. За 1-кратную повторность принято «дерево-делянка».

В опыте рассматривали следующие варианты:

1. Контроль (без удобрения);
2. Конский навоз (внесение полуперепревшего навоза 30 т/га под основную обработку в 2019 г.);
3. «Хелат Налив» (некорневая подкормка комплексным органическим удобрением, полученным путём ускоренной ферментации конского навоза, при достижении плодами диаметра 3,0 см в 2020 и 2021 годах в преддверии начала фенофазы «закладка и дифференциация генеративных почек», или III этапа органогенеза; расход 0,5 л/га);
4. Конский навоз (2019 г.) и некорневая подкормка удобрением «Хелат Налив» (ежегодно июль 2020 и 2021 годов).

Учёты и наблюдения проводили в соответствии с общепринятыми методиками [4, 14]. Содержание пигментов в листьях определяли спектрофотометрическим методом с использованием расчётных формул Смита и Бонитеза [18], концентрацию аскорбиновой кислоты (витамина С) в плодах – методом титрования [10], этапы органогенеза яблони – по

И.С. Исаевой [6], содержание гумуса в почве – по методу И.В. Тюрина [2]. Повторность анализов – 2-кратная. Математическую обработку полученных результатов осуществляли общепринятыми методами [11].

Результаты и их обсуждение. По нашим данным при использовании органического удобрения – конского навоза – на второй год после его внесения содержание лабильных форм гумуса в корнеобитаемом слое почвы увеличилось по сравнению с этим показателем в контроле на 10 %. Логично предположить, что улучшение гумусного состояния садовых почв будет способствовать оптимизации физиологических и биохимических процессов растительного организма. В пользу данного предположения свидетельствуют полученные результаты.

Как известно, увеличение хозяйственного урожая растений в значительной мере определяется возможностью управления их фотосинтетической деятельностью. Результаты изучения особенностей влияния органических удобрений на площадь листовой пластинки вегетативных побегов яблони (на примере сорта ‘Флорина’) представлены на рисунке 1.

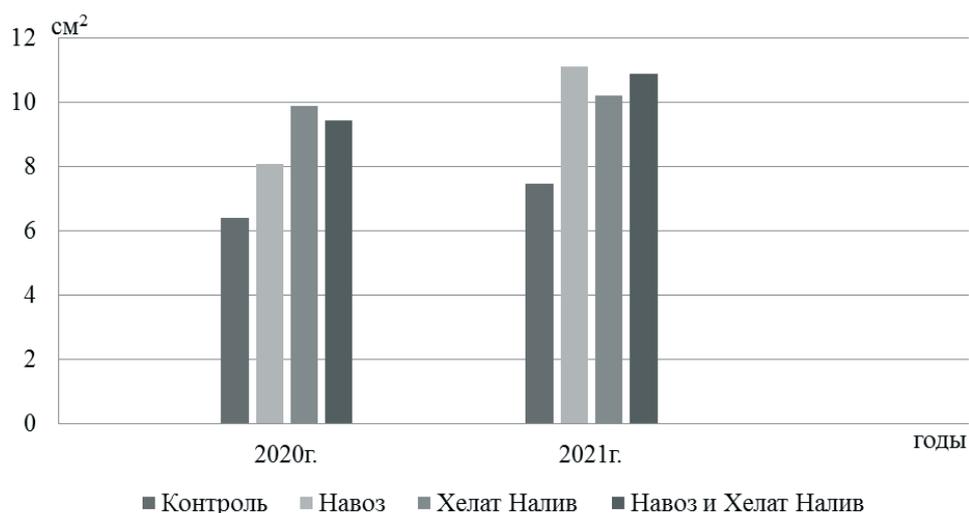


Рис. 1. Влияние органических удобрений на среднюю площадь листовой пластинки вегетативных побегов яблони сорта ‘Флорина’ (сентябрь)

Как показал эксперимент, влияние навоза на рост листьев обнаруживается уже в первый год после внесения. В этом варианте опыта средняя площадь листовой пластинки на 26 % больше, чем в контроле. Ещё более значительные различия между указанными вариантами зафиксированы на второй год после внесения органического удобрения. Использование некорневой подкормки деревьев удобрениями «Хелат

Налив» и совместное применение корневого и некорневого питания также обеспечивают существенное увеличение размеров листьев в сравнении с контрольными значениями (в различные по погодным условиям годы на 36–55 и 45–47 %, соответственно).

Интенсивность процесса фотосинтеза во многом зависит от содержания хлорофиллов в листьях (табл. 1).

Таблица 1

**Влияние органических удобрений
на некоторые физиолого-биохимические показатели
растений яблони сорта 'Флорина', 2020 г.**

Вариант	Содержание пигментов фотосинтеза в листьях (июль)			Содержание аскорбиновой кислоты в плодах (сентябрь), мг/100 г
	хлорофиллы	каротиноиды	каротиноиды	
	мг/г		хлорофиллы	
Контроль	2,17	0,34	0,16	2,52
Навоз	2,16	0,38	0,18	7,98
«Хелат Налив»	2,01	0,46	0,23	3,89
Навоз и «Хелат Налив»	1,87	0,42	0,22	5,89
Sx, % ≤ 3	0,14	0,05	0,03	2,38

С учётом представленных данных, этот показатель при использовании удобрения «Хелат Налив», а также совместном применении корневого и некорневого питания ниже, чем в контроле. Последнее может быть связано с ускорением под влиянием некорневой подкормки созревания плодов и, соответственно, старения листьев [20, 21]. Напротив, содержание каротиноидов в листьях растений, выращиваемых с использованием изучаемых органических удобрений, на 12–35 % выше контрольных значений. Между тем каротиноиды, являясь составляющей антиоксидантной системы, способны обезвреживать активные формы кислорода (АФК), обеспечивая защиту растительного организма от фотоокисления и иных стресс-факторов [3, 20]. Именно поэтому, в случае применения конского навоза и, особенно, некорневой подкормки деревьев яблони удобрением «Хелат Налив» зафиксировано значительное (на 12–44 %) увеличение соотношения каротиноидов и хлорофиллов в листьях – показателя устойчивости организма к стрессовым воздействиям [16]. Полученные данные свидетельствуют о перспективности использования нового органического удобрения «Хелат налиив» для усиления способности растений яблони

переносить окислительный стресс, что особенно важно при частом проявлении аномальных погодных условий в летний сезон. Сходное заключение может быть сформулировано и по итогам определения характера влияния органических удобрений изучаемых видов и их сочетания на содержание в тканях сформированных плодов низкомолекулярного антиоксиданта – аскорбиновой кислоты, играющей ключевую роль в регуляции уровня АФК в растительном организме [1, 3, 19]. В вариантах с использованием удобрений этот показатель в 1,5–3,2 раза превосходит контрольное значение.

Исходя из представленных материалов, мы вправе говорить о возможностях органических удобрений (конского навоза и препарата «Хелат Налив») обеспечивать более быструю мобилизацию приспособительных реакций у растений яблони, связанную с отклонениями метеорологических условий последних лет от климатической нормы.

Интегральным показателем эффективности фотосинтетической деятельности растений яблони является хозяйственный урожай (урожай плодов). В ходе изучения особенностей его формирования в смежные (2020–2021) годы при использовании органических удобрений разных видов отмечены сформулированные ранее закономерности (табл. 2).

Таблица 2

Показатели генеративной деятельности растений яблони сорта ‘Флорина’ при использовании различных органических удобрений, 2020–2021 гг.

Вариант	Количество плодов <i>шт./дер.</i>	Хозяйственный урожай <i>кг/дер.</i>	Генеративные почки, %	Этапы органогенеза			
				IV	V	VI	VII
в среднем за 2020–2021 гг.			март 2021 г.				
Контроль	250	19,8	19	0	19	0	0
Навоз	286	25,7	27	15	6	6	0
«Хелат Налив»	257	24,4	50	0	8	25	17
Навоз и «Хелат Налив»	270	25,1	72	0	0	43	29
НСР ₀₅	8	1,1	–	–	–	–	–

В частности, максимальный в опыте хозяйственный урожай (на 27–30 % выше контрольного значения) зафиксирован в вариантах с использованием конского навоза. Это связано со значительным увеличением под его влиянием количества плодов, сохранившихся на дереве до съёма, и их средней массы. В то же время листовая подкормка растений

яблони комплексным органическим удобрением «Хелат Налив» способствовала существенному (в год её применения) увеличению размера плодов, обеспечивая при этом заметную прибавку урожая (урожай на 23 % больше, чем в контроле). Более того, при использовании такого удобрения отмечена оптимизация степени закладки и ритма дальнейшего развития генеративных почек, определяющих результативность реализации потенциальной продуктивности яблони в следующих сезонах. Уместно заметить, что применение конского навоза приводит к смещению начала формирования органов цветка (V этапа органогенеза), микро- и макроспорогенеза (VI этапа органогенеза), а также усиленного роста органов цветка яблони (VII этапа органогенеза) [5] на более поздние сроки. Вместе с тем, внесение навоза в сочетании слетней некорневой подкормкой органическим удобрением «Хелат Налив» сопряжены с избыточной закладкой генеративных почек и слишком ранним началом V –VII этапов органогенеза, что обуславливает большую вероятность проявления периодичности плодоношения яблони.

Заключение. Использование в насаждениях яблони Черноморской зоны органического удобрения – конского навоза – улучшает гумусное состояние почвы, обеспечивая значительное увеличение площади листьев деревьев и хозяйственного урожая (на 27–30 % в сравнении с контрольным значением). Некорневая подкормка растений комплексным органическим удобрением «Хелат Налив» способствует значительному увеличению размера плодов. Обоснована перспективность применения органических удобрений для повышения в тканях листьев и плодов яблони важнейших составляющих антиоксидантной системы: каротиноидов и аскорбиновой кислоты, способной обезвреживать активные формы кислорода. Выявлена роль препарата «Хелат Налив» в оптимизации закладки и ритма дальнейшего развития генеративных почек, определяющих результативность реализации потенциальной продуктивности яблони в смежные сезоны.

Благодарность.

Авторы выражают искреннюю благодарность профессору кафедры биотехнологии, биохимии и биофизики ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина», доктору сельскохозяйственных наук А.И. Петенко за предоставленную возможность испытания в многолетних плодовых насаждениях комплексного органического удобрения нового поколения «Хелат Налив».

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ и Администрации Краснодарского края (проект № 19-44230013) и в рамках ГЗ ФИЦ СНЦ РАН № 0492-2021-0007

Библиографический список

1. Базба Э.Г., Белоус О.Г. Влияние гидротермических условий вегетационного периода на содержание аскорбиновой кислоты в плодах яблони // Механизмы устойчивости растений и микроорганизмов к неблагоприятным условиям среды: матер. годичного собрания Общества физиологов растений России, Иркутск, 2018. – 2018. – С. 98-101. – <https://doi.org/10.31255/978-5-94797-319-8-98-101>.
2. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв и грунтов. – М.: Высш. школа, 1973. – 399 с.
3. Дорошенко Т.Н., Захарчук Н.В., Максимцов Д.В. Устойчивость плодовых и декоративных растений к температурным стрессорам: диагностика и пути повышения: монография. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – 118 с. – ISBN 978-5-94672-816-4.
4. Дорошенко Т.Н., Рязанова Л.Г., Кислякова Е.С. Возможности использования силатранов для стабилизации плодоношения яблони при проявлении температурных стрессоров и аномалий летне-осеннего периода на юге России // Труды КубГАУ. – 2021. – Вып. 1(88). – С. 74-78. – <https://doi.org/10.21515/1999-1703-88-74-78>.
5. Заремук Р.Ш., Дорошенко Т.Н., Рязанова Л.Г. Методы и методики исследований в садоводстве: учеб. пособие. – Краснодар: КубГАУ, 2020. – 116 с. – ISBN 978-5-907346-67-3.
6. Исаева И.С. Продуктивность яблони: (Процесс формирования). – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 148 с. – ISBN 5-211-00426-4.
7. Климашевский Э.Л. Генетический аспект минерального питания растений. – М.: Агропромиздат, 1991. – 414 с. – ISBN 5-10-000554-8.
8. Кощаев А.Г., Дорошенко Т.Н., Петрик Г.Ф., Рязанова Л.Г., Странишевская Е.П., Волков Я.А. и др. Развитие органического садоводства: аналитический обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 64 с. – ISBN 978-5-7367-1603-6.
9. Метлицкий О.З. Тенденции производства и потребления фруктов // Плодоводство и ягодоводство России. – М., 2003. – С. 38-48.
10. Методы биохимического исследования растений / под ред. д-ра биол. наук А.И. Ермакова. – Л.: Колос, 1972. – 456 с.
11. Моисейченко В.Ф., Заверюха А.Х., Трифонова М.Ф. Основы научных исследований в плодоводстве, овощеводстве и виноградарстве. – М.: Колос, 1994. – 383 с.
12. Онищенко К.В., Белоус О.Г. Анализ основных направлений в возделывании яблони (литературный обзор) // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2019. – Вып. 68. – С. 137-146. – <https://doi.org/10.31360/2225-3068-2019-68-137-146>.
13. Попова В.П., Сергеева Н.Н., Ярошенко О.В., Фоменко Т.Г., Черников Е.А. Система удобрения плодовых насаждений: методические рекомендации. – Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2018. – 32 с.
14. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седов. – Орёл: изд-во ВНИИ селекции плодовых культур, 1999. – 608 с. – ISBN 5-900705-15-3.
15. Система земледелия в садоводстве и виноградарстве Краснодарского края / под общей ред. Е.А. Егорова. – Краснодар: ФГБНУ СКЗНИИСиВ, 2015. – 241 с. – ISBN 978-5-98272-100-6.
16. Смоликова Г.Н., Ламан Н.А., Борискевич О.В. Роль хлорофиллов и каротиноидов в устойчивости семян к абиотическим стрессорам // Физиология растений. – 2011. – Т. 58. – № 6. – С. 817-825. – ISSN 0015-3303.

17. Шеуджен А.Х., Трубилин А.И., Кизинек С.В., Бондарева Т.Н. Агрехимические средства оптимизации минерального питания растений и экономическая оценка эффективности их применения. – Майкоп: Полиграф-Юг, 2017. – 129 с. – ISBN 978-5-9909934-2-6.
18. Шлык А. А. Определение хлорофилла и каротиноидов в экстрактах зелёных листьев. // Биохимические методы в физиологии растений. – М.: Наука, 1971. – С. 154-170.
19. Vazba E., Belous O. Comparative analysis of apple fruits with a high content of basic chemical substances for the selection of promising assortment: materials of the congress: Annual Congress on Plant Science & Biosecurity (ACPB-2018), Valencia: Spain, July 12–14, 2018. – 2018. – P. 45-46.
20. Belous O., Klemeshova K., Malyarovskaya V. Photosynthetic pigments of subtropical plants. In book: Photosynthesis – from its evolution to future improvements in photosynthetic efficiency using nanomaterials. – London: IntechOpen Limited, UNITED KINGDOM. – P. 31-52. – <https://doi.org/10.5772/intechopen.75193>.
21. Doroshenko T., Ryazanova L., Petrik G., Gorbunov I., Chumakov S. Features of the economical yield formation of apple plants under non-root nutrition in the Southern Russia organic plantings // BIO Web of Conferences. – 2021. – Vol. 34. – P. 05004. – <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213405004>.

**THE INFLUENCE OF ORGANIC FERTILIZERS
ON THE FORMATION OF THE ECONOMIC APPLE YIELD
IN THE PLANTATIONS OF THE BLACK SEA
HORTICULTURAL ZONE**

Doroshenko T.N.¹, Belous O.G.², Ryazanova L.G.¹, Tutberidze T.V.², Yablonskaya Y.K.¹

¹ Federal State Budgetary Educational Institution
of Higher Education «I.T. Trubilin Kuban State Agrarian University»,
z. Krasnodar, Russia, e-mail: doroshenko-t.n@yandex.ru

² Federal Research Centre
the Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences,
Sochi, Russia, e-mail: oksana191962@mail.ru

According to the results of laboratory and field experience conducted in the Black Sea horticultural zone (Sochi, brown forest soils), the use of organic fertilizer – horse manure in apple tree plantations improves the humus state in the soil, providing a significant increase in the area of tree leaves and economic yield (by 27–30 % compared to the control value). Foliar top dressing with the complex organic fertilizer «Chelate Naliv» contributes to a significant increase in the size of fruits. The paper has substantiated the prospects of using organic fertilizers to increase the most important components of the antioxidant system in the tissues of apple leaves and fruits: carotenoids and ascorbic acid, capable of neutralizing reactive oxygen species. The role of the drug «Chelate Naliv» has been revealed in optimizing the set and the rhythm of further development of generative buds, which determine the effectiveness of the potential apple trees productivity in adjacent seasons.

Key words: apple tree, soils, organic fertilizers, leaves, fruits, antioxidants, stages of organogenesis, economic harvest.