

УДК 581.132.1:631.8(471.63)

doi: 10.31360/2225-3068-2020-73-160-167

**ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ
И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯБЛОНИ ИНТЕНСИВНОГО ТИПА
В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЫ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

Ярошенко О. В., Караваева А. В.

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»,
г. Краснодар, Россия, e-mail: Olesya-yaroshenko@yandex.ru*

Выявлена эффективность системного применения органоминеральных некорневых подкормок в насаждениях яблони интенсивного типа сорта 'Чемпион' в центральной зоне Краснодарского края. В полевом опыте установлено повышение показателей фотосинтетической активности растений яблони и увеличение её продуктивности. Улучшение пищевого режима растений яблони за счёт применения водных растворов органоминеральных удобрений способствовало формированию листьев с большей площадью листовой пластины по сравнению с контрольным вариантом. Это оказало существенное влияние на синтез хлорофилла и каротиноидов в условиях максимальной напряжённости абиотических факторов в летний период. Усиление фотосинтетической активности в динамике сезонного развития яблони методом некорневых подкормок способствовало более полной реализации потенциальной продуктивности деревьев. Прибавка высокопродуктивных плодов в среднем составила 8 т/га.

Ключевые слова: яблоня, органоминеральные некорневые подкормки, фотосинтетическая активность, продуктивность.

Ведущая роль в повышении эффективности отрасли садоводства принадлежит интенсивным технологиям, которые способствуют реализации потенциала продуктивности плодовых культур (получение

стабильных урожаев высокотоварной плодово-ягодной продукции) в конкретных природно-климатических условиях. Продуктивность – основной показатель, характеризующий эффективность всех агротехнологических приёмов, проводимых в плодовом саду [8]. Величина продуктивности растений во многом зависит от размера листовой поверхности и от интенсивности фотосинтетических процессов, проходящих в них. Для повышения продуктивности и фотосинтетической активности плодовых растений необходимо улучшение их пищевого режима и водоснабжения за счёт применения специальных удобрений [3, 5, 7, 10]. Система некорневых подкормок специальными питательными солями различных составов является мало-затратным приёмом, направленным на активацию ростовых процессов, благодаря интенсивному транспорту поступающих в растение с водой катионов и быстрому вовлечению их в метаболические потоки [6, 12]. Управление пищевым режимом яблони на основе листовых обработок растворами питательных солей в критические периоды развития растений, используя экспортную функцию листа для оптимизации физиологического состояния растений в нестабильных условиях среды, создаёт предпосылки для активации продукционного процесса [9, 11, 13]. Выявление эффективности воздействия на фотосинтетическую активность и продуктивность растения яблони специальных органоминеральных удобрений по физиолого-биохимическим показателям листового аппарата является основной целью научных исследований, связанных с разработкой новой современной технологии организации сбалансированного питания плодовых культур.

Объекты и методы. В полевом опыте на чернозёме выщелоченном центральной зоны Краснодарского края объектом исследований были плодоносящие растения яблони сорта 'Чемпион' на подвое М9 2009 г. посадки, схема размещения деревьев в саду $4,5 \times 1,2$ м. Система формирования деревьев – «крона-ряд». Система содержания почвы в междурядьях – дерново-перегнойная с использованием посева злаковых трав. Место проведения исследований ЗАО «ОПХ «Центральное» (г. Краснодар).

В 2016–2017 гг. в весенний период (в фазы «опадения лепестков» и развития плода «лещина») были проведены листовые обработки водным раствором специальных комплексных органоминеральных удобрений марки N18Ca19K0,5 + Fe0,04 + микроэлементы (Mn, Zn, Mo, Cu) + гуматы; расход удобрения 10 л/га при расходе рабочего раствора – 800 л/га. В составе удобрения высокое содержание азота в амидной форме и солей кальция, калий и микроэлементы в хелатной форме.

В 2018 г. растения яблони обрабатывали в конце цветения, в фазы размер плода «лещина» и размер плода «грецкий орех» водным раствором специальных комплексных органоминеральных удобрений марки

N42,2P0,15K7,8 + B36Fe36S14 + гуминовые и фульвокислоты, расход препаратов 1 л/га, расход рабочего раствора – 800 л/га. Повторность в опыте 4-кратная, в повторности по 6 учётных растений. Закладка полевых опытов сопровождалась соответствующими методическими указаниями по проведению исследований в опытах с удобрениями [4].

Лабораторные анализы растительного материала выполнены согласно общепринятым методикам. Содержание хлорофиллов (a + b), каротиноидов в листьях побегов определяли спектральным методом [2] на спектрофотометре Unico 2800 («United Products & Instruments», США). Определяли площадь листовой пластины, содержание сухих веществ в листьях яблони.

Оценивали существенность разности между анализируемыми показателями на 5%-ном уровне значимости [1].

Результаты и их обсуждение. Ежегодно анализировали динамику гидротермических факторов в весенне-летний период. В центральной зоне Краснодарского края в период 2016–2018 гг. наблюдались значительные перепады температур воздуха на протяжении вегетационного периода. В начале цветения яблони среднесуточная температура воздуха колебалась от +12 до +25 °С. Полное цветение наступило при средней температуре +17...+24 °С. В период окончания цветения (осыпание лепестков) периодически выпадали обильные осадки, температура воздуха варьировала в пределах от +14 до +25 °С.

В 2016 г., начиная со второй декады июля до второй декады сентября, температура воздуха в дневные часы поднималась до +34...+38 °С. Обильные атмосферные осадки выпали только во второй декаде сентября. Засушливый период продолжался около 50 дней.

В 2017 г. с третьей декады июля и до конца августа при температуре воздуха до +33...+40 °С атмосферные осадки отсутствовали более месяца, отмечалась атмосферная засуха, которая достигала критериев «опасного явления».

В 2018 г. в июне месяце преобладала очень жаркая погода с кратковременными осадками в отдельные дни, дневная температура воздуха в первой декаде месяца достигала +28...+30 °С и со 2 декады июня до 2 декады июля составляла в +33...+39 °С. Количество осадков за данный период составило всего 10,6 мм. Во второй декаде июля сохранялись жаркие условия (температура воздуха +29...+39 °С), сопровождаемые ливневыми осадками в первой половине декады (сумма осадков за декаду составила 110,4 мм, что было выше месячной нормы в 2 раза).

Наблюдаемое ежегодно варьирование гидротермических факторов позволило более объективно оценить эффективность некорневых подкормок на фотосинтетическую активность листового аппарата и репродуктивную функцию яблони.

Одним из показателей, характеризующих фотосинтетическую деятельность растений, служит площадь листовой пластинки. Для её определения отбирали по 4–5 листьев с верхушки ростовых побегов продолжения, размещённых по всей периферии кроны, на высоте 1,5–1,7 м от поверхности почвы.

В результате проведённых исследований выявлено, что применение листовых подкормок органоминеральными удобрениями в 2016–2018 гг. (несмотря на изменение дозы в 2018 г.) способствовало увеличению площади листовой пластины во все периоды исследований по сравнению с контролем (рис. 1).

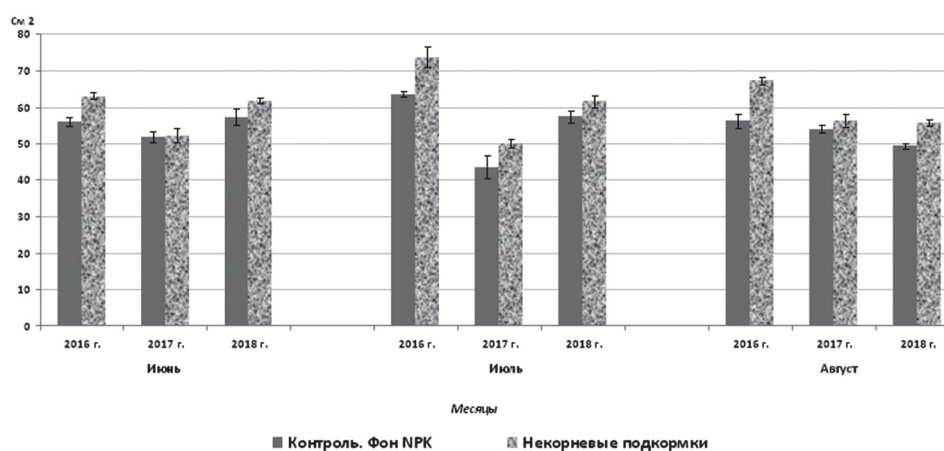


Рис. 1. Площадь листовой пластины, в зависимости от дозы удобрений

Так в июне в период интенсивного роста и формирования плодов на удобренном варианте площадь листовой пластины в 2016–2017 гг. увеличивалась до 52,2–63,0 см², что превышало контрольный вариант на 1,6–7,1 см², а в 2018 г. (на фоне изменения концентраций действующих веществ в органоминеральном удобрении) листовые подкормки способствовали увеличению площади листовой пластинки по сравнению с контролем на 4,4 см². В июле и августе на фоне увеличения напряжённости гидротермических факторов более отчётливо отслеживалась разница между растениями яблони на контроле и на варианте с листовыми подкормками.

По результатам полученных данных об увеличении площади листовой пластины на фоне применения некорневых подкормок мы рассчитали продуктивность работы листьев в критические периоды роста и развития, как отношение массы сухого вещества листьев к единице средней площади листьев, выражаемый в г/дм² (табл. 1).

Продуктивность работы листьев яблони, г/дм²

Варианты опыта	2016 г.		
	Июнь	Июль	Август
Контроль. Фон NPK	0,73 ±0,01	0,74 ±0,02	1,10 ±0,04
Некорневые подкормки	0,68 ±0,02	0,80 ±0,02	1,17 ±0,03
	2017 г.		
Контроль. Фон NPK	0,63 ±0,02	0,68 ±0,02	0,79 ±0,02
Некорневые подкормки	0,69 ±0,02	0,67 ±0,01	0,92 ±0,03
	2018 г.		
Контроль. Фон NPK	0,59 ±0,03	0,77 ±0,02	0,82 ±0,02
Некорневые подкормки	0,66 ±0,02	0,85 ±0,03	0,88 ±0,02

Анализ продуктивности работы листьев показал, что в июне разница между вариантами во все годы проведения исследования находилась в пределах ошибки опыта. А в июле-августе на фоне высоких температур воздуха и отсутствия осадков в течение длительного времени улучшение пищевого режима яблони за счёт применения листовых подкормок способствовало увеличению данного показателя.

Оценка состояния фотосинтетического аппарата яблони по содержанию хлорофилла и каротиноидов в листьях показала, что листья яблони на варианте с применением некорневых подкормок специальными удобрениями отличаются более высоким их содержанием по сравнению с контролем, что связано с активно протекающими фотосинтетическими процессами (рис. 2).

Так содержание суммы хлорофиллов ($a + b$) в листьях яблони на фоне некорневых подкормок в 2016–2017 гг. в июне увеличивалось на 0,16–0,71 мг/г сух. в-ва, в июле – на 0,22–1,05 мг/г сух. в-ва по сравнению с контролем. В 2018 г. увеличение по сравнению с контролем составляло: в июне – 1,14 мг/г сух. в-ва, июле – 0,51 мг/г сух. в-ва. В августе 2016 и 2017 гг. в связи с отсутствием осадков в течение длительного периода и повышением температуры воздуха до +40 °С установлено более низкое содержание суммы хлорофиллов ($a + b$) и каротиноидов на всех вариантах опыта, по сравнению с 2018 г. в этот же период, сопровождаемое периодическими ливневыми осадками.

Содержание каротиноидов в листьях яблони в июне на варианте с применением некорневых подкормок увеличивалось на 0,23 (2016 г.) – 0,30 (2017, 2018 гг.) мг/г сух. в-ва по сравнению с контролем. В июле увеличение по сравнению с контролем составило 0,11 (2018 г.), 0,19 (2016 г.) и 0,28 (2017 г.) мг/г сух. в-ва.

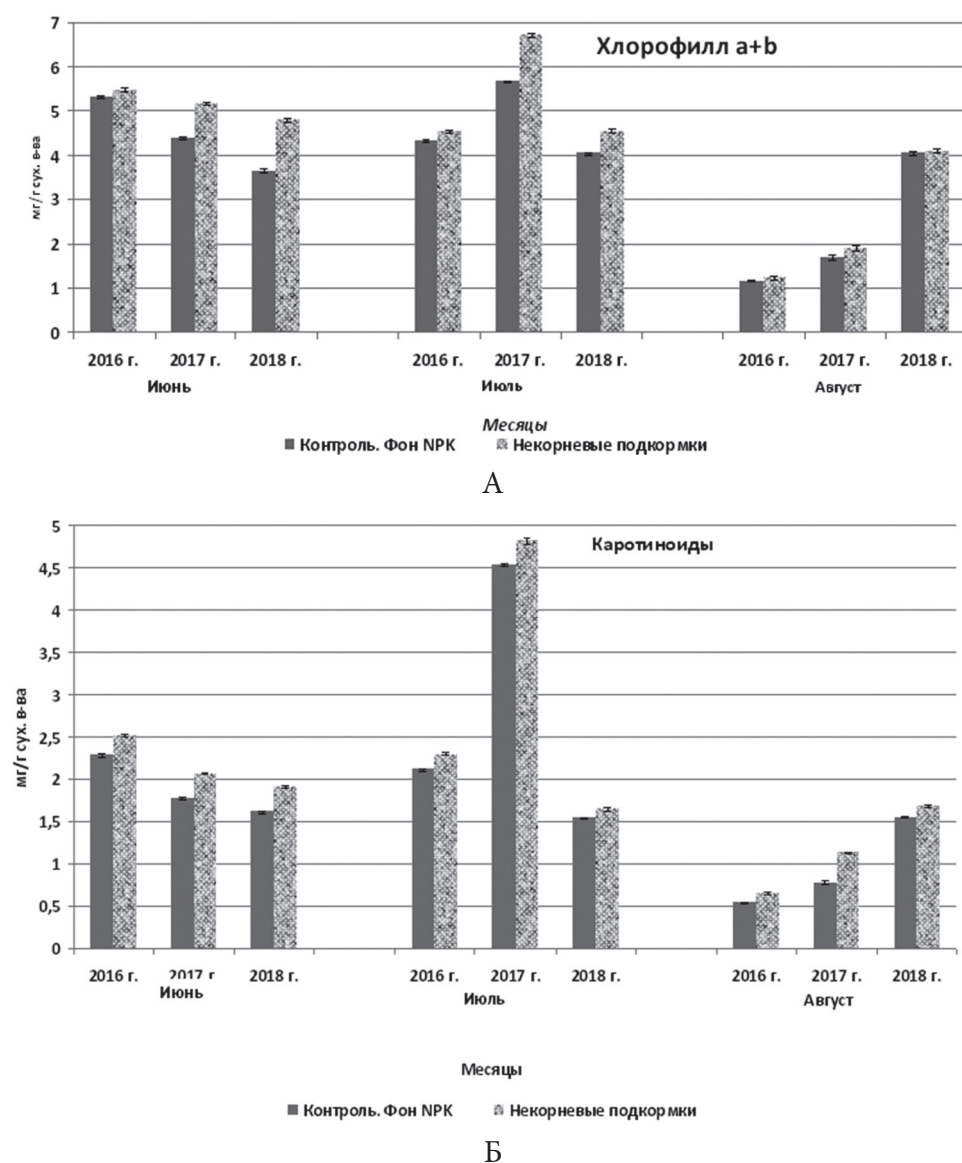


Рис. 2. Содержание суммы хлорофиллов ($a + b$) (А) и каротиноидов (Б) в листьях яблони на фоне применения удобрений

Стимулирование фотосинтетической активности яблони методом некорневых подкормок способствовало более полной реализации потенциальной продуктивности деревьев. В сложившихся стрессовых условиях была высока вероятность преждевременного опадения плодов. По итогам ежегодных учётов урожая выявлено значительное преимущество варианта с обработками яблони органоминеральными удобрениями (табл. 2).

**Урожайность яблони сорта ‘Чемпион’
на фоне применения некорневых подкормок, т/га**

Вариант	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Контроль. Фон NPK	55,9 ±0,3	38,1 ±0,7	37,2 ±1,0
Некорневые подкормки	63,0 ±0,4	46,4 ±0,5	45,8 ±0,9

В 2016 и 2017 г. прибавка урожая яблони по сравнению с контролем на вариантах с некорневыми подкормками была достоверной и составила 7,1 т/га ($\text{НСР}_{05} \geq 1,7$) и 8,3 т/га ($\text{НСР}_{05} \geq 3,1$) соответственно. В 2018 г. достоверная прибавка составила 8,6 т/га ($\text{НСР}_{05} \geq 4,6$).

Заключение. Установлено, что применение органо-минеральных некорневых подкормок на фоне проявления абиотических стрессов летнего периода способствует увеличению площади листовой пластинки на 1,6–7,1 см² и способствует увеличению продуктивности листьев по сравнению с контролем. Анализ содержания функциональных пигментов в листьях яблони показал, что содержание в них суммы хлорофилла (*a* + *b*) и каротиноидов на фоне применения органо-минеральных подкормок в периоды завязывания и активного роста плодов было выше по сравнению с контролем во все годы проведения исследований. Это подтверждает эффективность применения некорневых подкормок водными растворами питательных солей при возделывании яблони сорта ‘Чемпион’ по интенсивным технологиям и способствует более полной реализации потенциальной продуктивности деревьев и получению стабильной прибавки урожая высокотоварных плодов от 7 до 8,6 т/га.

Библиографический список

1. Волков Ф.А. Методика исследований в садоводстве. – М.: ВСТИСП, 2005. – 94 с.
2. Фотосинтез и дыхание растений: учебное пособие: [для бакалавров, изучающих дисциплину "Физиология и биохимия растений", направления подготовки 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение, 35. 03. 04 Агрономия, 35. 03. 05 Садоводство]. Федулов Ю.П., Подушин Ю.В. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – 101 с. – ISBN 978-5-00097-980-8.
3. Кузин А.И., Тарова З.Н. Влияние различных условий минерального питания на фотосинтетическую активность листьев яблони в условиях Центрального Черноземья // Вавиловские чтения. – 2012. – Т. 35. – С. 188-191. – ISBN 978-5-9999-1441-5.
4. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. – М.: ВАСХНИЛ, 1983. – 172 с.
5. Ненько Н.И., Сергеева Н.Н., Караваева А.В. Влияние листовых подкормок на адаптацию растений яблони к стрессовым факторам летнего периода // Последние научные достижения: сб. матер. 8-й междунар. науч.-практич. конф. – 2012. – С. 14-18. – ISBN 978-966-8736-05-6.

6. Сергеева Н.Н., Ярошенко О.В., Трунов Ю.В., Ткачѳв Е.Н. Формирование химического состава плодов яблони в зависимости от применения специальных удобрений // *АгроXXI*. – 2012. – № 7-9. – С. 40-42. – ISSN 2311-6447.
7. Ярошенко О.В. Оптимизация пищевого режима яблони для устойчивости к абиотическим стрессам летнего периода // *Субтропическое и декоративное садоводство*. – 2018. – № 65. – С. 180-186. – ISSN 2225-3068.
8. 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). – С. 15-23. – ISSN 2311-6447.
9. Ярошенко О.В., Сергеева Н.Н., Гапоненко А.В. Органоминеральные листовые подкормки в технологии возделывания яблони на юге России // *Субтропическое и декоративное садоводство*. – 2019. – Вып. 70. – С. 133-142. – doi: 10.31360/2225-3068-2019-70-133-142.
10. Abilphazova Y., Belous O. Adaptability of grades and hybrids of tangerine in a subtropical zone of Russia // *Potravinarstvo*. – 2015. – Vol. 9. – № 1. – P. 299-303. – doi: 10.5219/485.
11. Bochiş C., Ropan G., Roman I. [et al.]. The effect of foliar fertilization upon photosynthesis process at five apple varieties // *Bulletin University Agricultural Sciences and Veterinary Medicines, Cluj-Napoca. Hort*. – 2008. – Vol. 65(1). – P. 507-509. – pISSN 1843-5254; eISSN 1843-5394.
12. Popova V.P., Yaroshenko O.V., Sergeeva N.N. The effect of foliar feeding on physiological condition of apple trees and chemical content of fruits // *Potravinarstvo*. – 2018. – Vol. 12. – P. 634-643. – doi: 10.5219/928.
13. Trunov Yu., Tsukanova E., Tkachov E. [et al.]. Chemical composition of apples under spray dressings with mineral fertilizers and Edagum biological growth stimulant // *Russian Journal of Horticulture*. – 2014. – Vol. 1. – № 1. – P. 39-46. – doi: 10.18334/rujoh.1.1.286.

**PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY
AND PRODUCTIVITY OF AN INTENSIVE APPLE TREE
IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL ZONE
OF KRASNODAR TERRITORY**

Yaroshenko O. V., Karavayeva A. V.

*Federal State Budgetary Scientific Institution
"North Caucasian Federal Scientific Centre for Horticulture, Viticulture, Wine-making",
Krasnodar, Russia, e-mail: Olesya-yaroshenko@yandex.ru*

The paper revealed an effective systemic use of organo-mineral foliar fertilizers in intensive apple trees (copra 'Champion' cultivar) in the central zone of Krasnodar Territory. In a field experiment, an increase in apple tree photosynthetic activity and its productivity were found. Improving apple tree nutritional regime by using aqueous solutions of organo-mineral fertilizers contributed to the formation of leaves with a larger leaf plate area compared to the control variant. This had a significant impact on chlorophyll and carotenoids synthesis within abiotic factors of maximum tension in the summer. An increase in photosynthetic activity during apple seasonal development using foliar feeding method contributed to a more complete realization of the potential trees productivity. The increase in highly productive fruits averaged 8 t/ha.

Key words: apple tree, organo-mineral foliar fertilizers, photosynthetic activity, productivity.