

УДК 631.8:634.11:581.1.036(470.6)

UDC 631.8:634.11:581.1.036(470.6)

**АКТИВИЗАЦИЯ
АДАПТАЦИОННЫХ
МЕХАНИЗМОВ РАСТЕНИЙ
ЯБЛОНИ ПОД ВЛИЯНИЕМ
СПЕЦИАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ**

**ACTIVIZATION OF ADAPTABLE
MECHANISMS OF THE APPLE-TREE
PLANTS UNDER INFLUENCE OF
SPECIAL FERTILIZERS**

Трунов Юрий Викторович
д-р с.-х. наук
Цуканова Елена Михайловна
д-р с.-х. наук
Ткачев Евгений Николаевич
канд. с.-х. наук
Грезнев Олег Александрович
канд. с.-х. наук

Trunov Yuri
Dr. Sci. Agr.
Tsukanova Elena
Dr. Sci. Agr.
Tkachev Evgeniy
Cand. Agr. Sci.
Greznev Oleg
Cand. Agr. Sci.

*Государственное научное учреждение
Всероссийский научно-
исследовательский институт
садоводства им. И.В. Мичурина
Россельхозакадемии, Мичуринск, Россия*

*State Scientific Organization All-Russian
Research Institute of Horticulture
of I.V.Michurin of the Russian Academy
of Agricultural Sciences, Michurinsk, Russia*

Сергеева Наталья Николаевна
канд. с.-х. наук

Sergeeva Natalya
Cand. Agr. Sci.

*Государственное научное учреждение
Северо-Кавказский зональный научно-
исследовательский институт
садоводства и виноградарства
Россельхозакадемии,
Краснодар, Россия*

*State Scientific Organization North
Caucasian Regional Research Institute
of Horticulture and Viticulture of the
Russian Academy of Agricultural Sciences,
Krasnodar, Russia*

Приведены результаты исследования
влияния некорневых подкормок
на функциональное состояние растений
яблони в условиях Центрально-
Черноземной зоны и юга России.

Results of research of foliar fertilizing
influence on a functional condition of
an apple-tree plants in the conditions
of the Central Chernozem zone and
the south of Russia are presented.

Ключевые слова: РАСТЕНИЯ ЯБЛОНИ,
НЕКОРНЕВЫЕ ПОДКОРМКИ,
ЗОНЫ ПЛОДОВОДСТВА

Keywords: APPLE-TREE PLANTS,
FOLIAR FERTILIZING,
FRUIT GROWING ZONE

Введение. Признание учёными разных стран глобального изменения современного климата, одной из основных причин которого является повышение средней температуры приземного слоя воздуха на 0,6⁰С, стимулирует проведение комплекса исследований по оценке устойчивости мно-

голетних плодовых растений к неблагоприятным условиям внешней среды и разработке эффективных специальных агроприёмов в садоводстве.

В условиях Центрального Черноземья мониторинг изменения климата позволил выявить факт повышения температуры воздуха в зимний период и увеличения количества тёплых зим, что отрицательно сказалось на таком важном показателе для растений, как зимостойкость.

В ЦЧЗ это привело к учащению стрессовых проявлений у яблони и снижению урожайности садов. В связи с этим работы, посвящённые изучению физиологического состояния плодовых культур и выявлению механизмов адаптации растений к различным почвенно-климатическим условиям, актуальны и являются определяющими для успешного развития сельскохозяйственного производства.

В условиях постоянно варьирующих факторов внешней среды действие удобрений должно быть направлено на стимулирование защитно-компенсаторных и других приспособительных реакций многолетних плодовых растений, в том числе на регуляцию и сохранение относительного постоянства внутренней водной среды растений как одного из главных средств приспособления к переменным условиям и действию повреждающих факторов [1-5].

В этой связи основной целью наших исследований было изучение возможности активизации адаптационных механизмов многолетних плодовых растений под влиянием листовых подкормок специальными комплексными удобрениями.

Объекты и методы исследований. С целью изучения влияния минерального питания на физиологические параметры деревьев яблони были заложены опыты в плодоносящих насаждениях яблони сорта Богатырь на слаборослом клоновом подвое 62-396 в ОПХ ВНИИС им. И.В. Мичурина на чернозёме выщелоченном тяжёлосуглинистого гранулометрического

состава (г. Мичуринск). Сад 2001 года посадки, схема размещения деревьев – 4,5×1,5 м. В качестве подкормок использовали акварин, эдагум, бор (борная кислота), цинк (сульфат цинка).

Акварин – комплексное растворимое удобрение с содержанием элементов: $N_{19}P_6K_{20}Mg_{1,5}S_{1,4}Fe_{0,054}Zn_{0,014}Cu_{0,01}Mn_{0,042}Mo_{0,004}B_{0,02}$.

Эдагум – гуминовое удобрение, биостимулятор роста и развития растений, выработанный на основе торфа. Содержит гуминовые и фульвокислоты, органические кислоты (янтарная, щавелевая, яблочная и др.), аминокислоты, углеводы, витамины, макро- и микроэлементы в форме биодоступных органических соединений.

Параллельно аналогичные опыты были заложены в южной зоне плодородства (ОПХ «Центральное» СКЗНИИСиВ, г. Краснодар) в плодоносящих насаждениях яблони сорта Прикубанское 1996 года посадки на подвое М9 со схемой размещения растений 5×2 м (система формирования кроны – веретеновидная). Почвы под плодоносящими насаждениями – малогумусный сверхмощный чернозём выщелоченный. Междурядья задернены сеянными травами.

Некорневые подкормки применяли ежегодно дважды: 1) в фазу «обособление бутонов» и 2) в фазу развития плода «грецкий орех». В качестве подкормок использовали 0,5%-ные водные растворы специальных удобрений с полным набором основных питательных элементов и микроэлементами «Акварин» и «Компо».

Для исследования эффективности листовых подкормок анализировали уровень обеспеченности яблони элементами питания, качество питания и физиологическое состояние растений, используя следующие общепринятые методики: анализ минерального состава индикаторных органов и плодов яблони – по методикам К.Е. Гинзбург, Г.М. Щегловой, Е.В. Вульфius, В.П. Крищенко [6-8]; оводнённость листьев, соотношение свободной и связанной воды – по методике М.Д. Кушниренко [9]; при изготовлении

анатомических препаратов использовали методы общепринятой ботанической микротехники [10]; содержание белка и хлорофилла в листьях определяли спектральным методом [11, 12].

Активность фотосинтеза определялась с использованием регистрации флуоресценции хлорофилла «а», с помощью прибора ИФСР-2 по методу Genty et al [13]. Использовался показатель (Fv/Fm), характеризующий активность работы фотосинтетического аппарата [14].

Обсуждение результатов. Погодные условия вегетационного периода 2009 года в г. Мичуринске отличались следующими стрессовыми факторами:

- дефицит доступной влаги в почве и низкая влажность воздуха в третьей декаде апреля - первой, второй декадах мая;
- высокая температура воздуха на фоне большого количества осадков (на 25-30% выше нормы) в третьей декаде мая - первой декаде июня;
- аномально высокая дисперсия суточных температур воздуха в период вегетации.

Основными экстремальными факторами погоды для плодовых культур в условиях южного региона России являются поздневесенние возвратные заморозки, отсутствие осадков на фоне повышенных температур в летний период.

За анализируемый период общее содержание основных минеральных элементов в листьях яблони, выявленное с помощью метода химической диагностики, варьировало незначительно и соответствовало уровню значений в контрольном варианте (рис. 1).

При этом содержание минеральных форм основных элементов (K^+ , Mg^{2+}), определяемых экспрессно с помощью метода капиллярного электрофореза, было выше на фоне применения подкормок, что, по-видимому, обуславливает более высокую активность синтетических реакций.

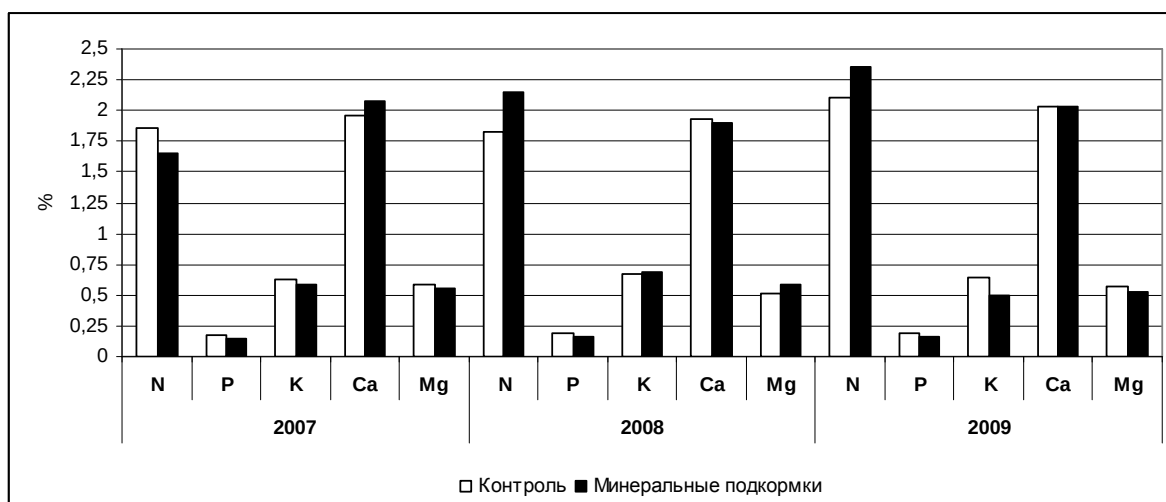


Рис. 1. Общее содержание минеральных элементов в листьях ростовых побегов яблони

Содержание подвижных форм элементов по отношению к валовым составило на контроле 66% (K^+) и 43% (Mg^{2+}), а в варианте с применением подкормок – соответственно 89% и 56%. Содержание общего азота в 2008-2009 гг. в листьях при применении подкормок было выше соответственно на 17,5 и 12,4%, что способствовало изменению показателя качества питания культуры. Учитывая оптимальное соотношение $N:P:K = 58:6:36$ в листьях для 12-15-летней яблони [15], установлено, что в варианте с применением подкормок оно составляет 72-78 : 5-6:17-23.

Для детального анализа влияния некорневых подкормок изучали анатомическое строение листьев яблони: анализировали толщину и соотношение составляющих мезофилл тканей. Для исследования брали стеблевые листья II яруса, образовавшиеся из зачатков, возникших на конусе нарастания весной текущего года.

Отмечено изменение структуры мезофилла листьев у обработанных плодовых растений: в частности, толщина палисадной паренхимы увеличивалась относительно губчатой на 17-25% в зависимости от варианта обработки, что, в свою очередь, способствовало увеличению потенциала фотосинтеза (рис. 2).

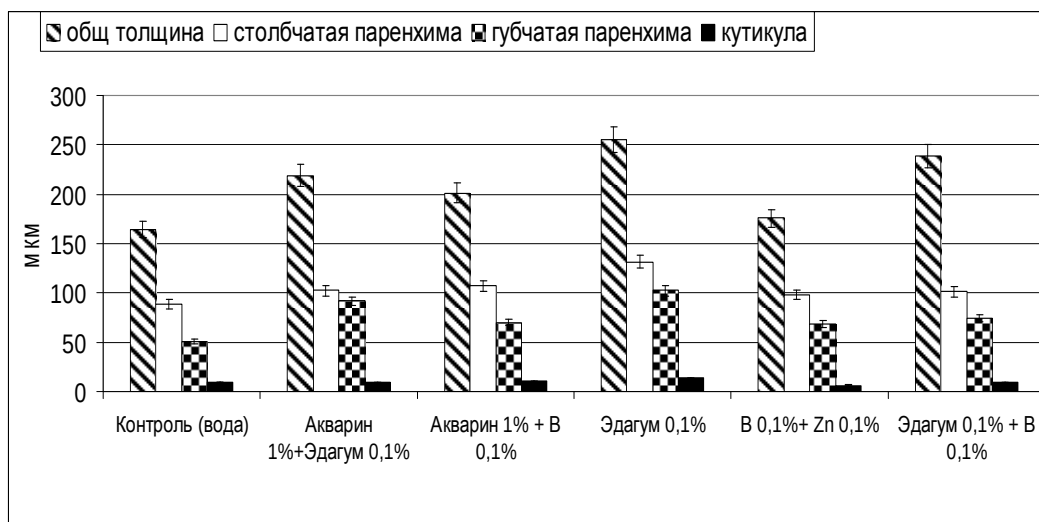


Рис. 2. Анатомические изменения листовой пластинки плодовых деревьев под влиянием обработок комплексными микроудобрениями (2009-2010 гг.)

В южной зоне плодоводства также установлено, что при применении некорневых подкормок параметры листовой пластинки яблони сорта Прикубанское значительно изменяются (табл. 1).

Таблица 1 – Параметры листовой пластинки яблони сорта Прикубанское при различных режимах питания, 2009 г., у.е.

Варианты	Толщина листовой пластинки	Толщина палисадного слоя	Толщина губчатого слоя	Толщина верхнего эпидермиса
Контроль	60	25	33	2
Некорневые подкормки	70	32	34	4

В результате проведенных исследований выявлено, что в контрольном варианте опыта, без обработки удобрениями, слой палисадной паренхимы тоньше, чем губчатой, и составляет 25 условных единиц (у.е.). В клетках палисадной паренхимы сосредоточено основное количество хлоропластов. При обработке деревьев яблони водными растворами удобрений увеличивается общая толщина листовой пластинки за счет усиленного развития в мезофилле листа слоя палисадной паренхимы.

Анализ динамики содержания хлорофиллов а и b в листьях ростовых побегов (однолетних приростов) яблони в связи с применением удобрений

и регуляторов роста во ВНИИС им. И.В. Мичурина показал, что содержание хлорофилла и каротина изменяется пропорционально (рис.3.).

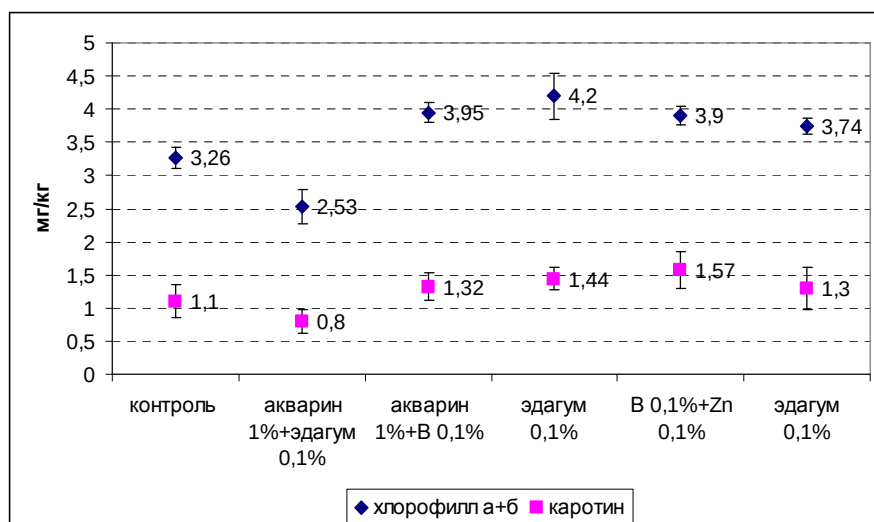


Рис.3. Содеруание хлорофилла и каротина в листьях одностетних приростов яблони (2009-2010 гг.)

Наиболее высокое содержание хлорофилла установлено при применении гуминовых препаратов (эдагум), при этом в данном варианте обнаружено также самое высокое содержание азота в листьях. Важно также отметить факт, что при сочетании гуминового препарата с акварином содержание хлорофилла и каротина в листьях было ниже контрольных значений. В вариантах опыта без совместного применения минеральных удобрений на фоне применения эдагума получено самое высокое содержание хлорофилла в тканях листовой пластинки, а на фоне применения бора с цинком – каротина.

В условиях южной зоны плодотводства также отмечалось, что за период с мая по сентябрь сумма хлорофиллов а и в в листьях на фоне применения подкормок на 16-18% выше в сравнении с контрольным вариантом, а содержание каротина – на 20-30% (рис. 4).

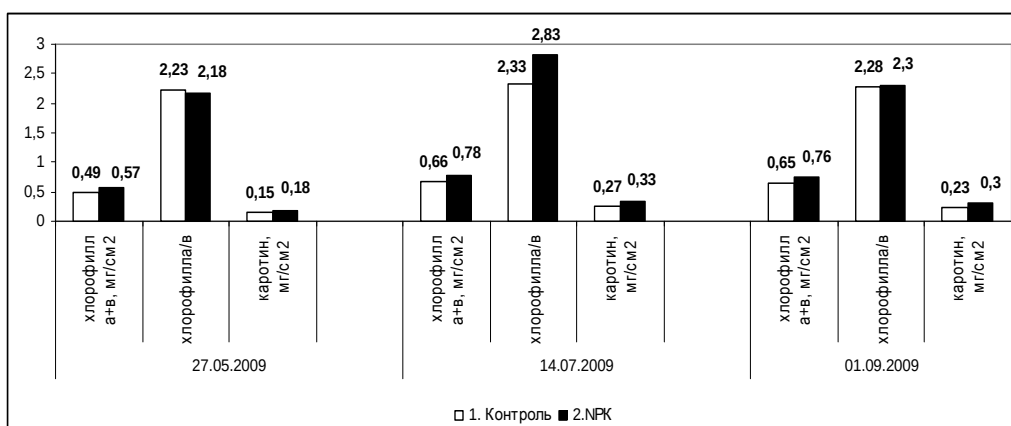


Рис. 4. Динамика содержания хлорофиллов и каротина в листьях яблони сорта Прикубанское, мг/см²

На этом фоне исследовали физиологическое состояние растений. Выявлено, что изменение минерального питания в значительной степени влияет на фотосинтетическую активность растений яблони.

Установлено, что применение некорневых обработок комплексными удобрениями эдагум и акварин приводило к возрастанию фотосинтетической активности листьев в мае-августе: показатель Fv/Fm в данных вариантах 0,72-0,74 в среднем за период вегетации, что на 20-25% выше, чем в контроле (рис. 5). Помимо этого, отмечена близкая к оптимальной динамика изменения данного показателя в течение вегетации 2009 года, что указывает на адекватную работу фотосинтетической системы листьев растений яблони в вышеуказанном варианте обработок и достаточно высокую степень запаса адаптивности к стрессорам.

В условиях засухи показателем адаптационной способности служит оводнённость листьев и соотношение содержания свободной и связанной формы воды в них. В середине второй декады июня (первый срок отбора листьев) содержание пигментов в листьях ростовых побегов увеличивалось, согласно полученным нами данным, пропорционально увеличению содержания свободной воды (табл. 2).

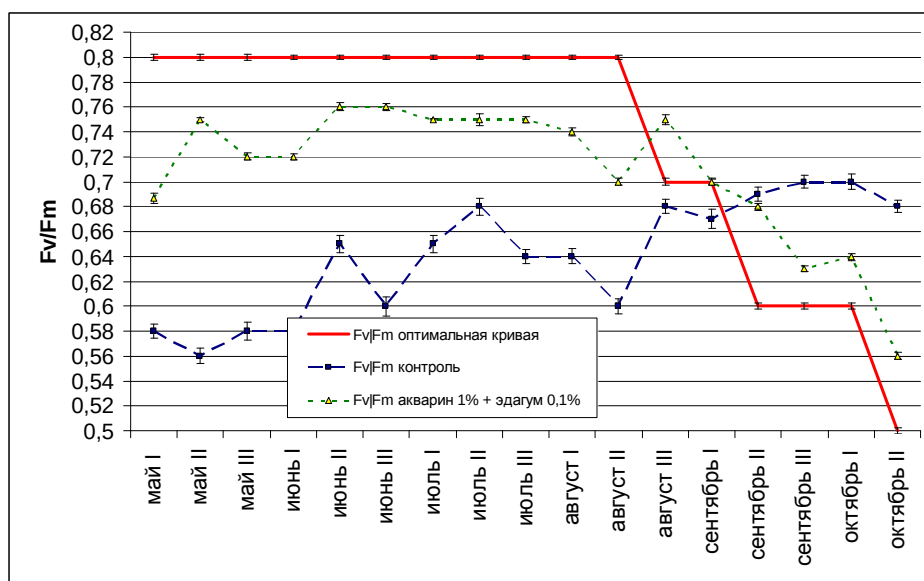


Рис. 5. Влияние минерального питания на фотосинтетическую активность листьев растений яблони сорта Богатырь, 2009 г.

Таблица 2 – Содержание пигментов и свободной воды в листьях яблони сорта Богатырь, 2009 г.

Показатели	Контроль		Акварин + Эдагум		Акварин + В		Эдагум		В+Zn		Эдагум + В	
	кольчатки	ростовые побеги	кольчатки	ростовые побеги	кольчатки	ростовые побеги	кольчатки	ростовые побеги	кольчатки	ростовые побеги	кольчатки	ростовые побеги
Хлорофилл, мг/кг	30,26	60,28	4,15	5,74	3,95	7,38	4,2	6,25	3,9	3,48	3,74	4,31
Каротин, мг/кг	1,1	2,64	1,46	2,51	1,32	2,97	1,44	2,6	1,57	1,42	1,3	1,86
Свободная вода, %	22,58	27,8	26,31	59,14	27,86	37,37	32,26	35,13	25,93	46,4	25,16	39,62

Установлено, что в листьях ростовых побегов содержание свободной воды выше, чем в листьях кольчаток, причем самое значительное превышение (в 2,25 раза) отмечено в варианте акварин+эдагум; самое слабое (в 1,09 раз) – в варианте эдагум: здесь содержание свободной воды в обоих

индикаторных органах было примерно равным и составило 32,26% в кольчатках и 35, 13% в ростовых побегах. К середине лета (второй отбор образцов, середина июля), на фоне аномально высоких температур воздуха, в листьях однолетних приростов при применении подкормок значительно увеличилось содержание свободной воды, причем пропорционального увеличения содержания пигментов нами не выявлено.

В результате проведенных исследований установлено, что большая оводнённость (64-68%) отмечается в листьях яблони в мае, меньшая (51-54%) – в сентябре, в июле этот показатель принимает промежуточные значения (60-62%). Бóльшую оводнённость в период с мая по июль имели листья яблони в вариантах с применением подкормок, что свидетельствует о функциональной стабильности растений в этих вариантах опыта в данный период вегетации.

Об уровне стабильности физиологического состояния растений под воздействием воздушной засухи судили также по реакции белкового комплекса. В июле-августе содержание белка в листьях яблони в контроле снижалось в сравнении с маем почти на 26%, в то время как в варианте с применением некорневых подкормок содержание белка было стабильно и выше, чем в контроле, более чем на 5%.

Некорневые подкормки оказали положительное влияние на урожайность плодов яблони сорта Богатырь (табл. 3). Так, при обработке акварином совместно с эдагумом, урожайность повысилась на 22% по сравнению с контролем и составила 99,7 ц/га (в контроле 81,6 ц/га).

Некорневые подкормки эдагумом, а также эдагумом совместно с борной кислотой способствовали увеличению урожайности по сравнению с контролем на 25 и 20% соответственно.

Максимальная прибавка урожая наблюдалась в варианте опыта – аквариин совместно с борной кислотой. Увеличение урожайности опытных деревьев составило 38% по сравнению с контролем.

Таблица 3 – Влияние некорневых подкормок на рост и плодоношение деревьев яблони сорта Богатырь, 2009 г.

Варианты	Урожайность	
	ц/га	% к контролю
Контроль	81,6	-
Акварин 1,0% + эдагум 0,1%	99,7	22
Акварин 1,0% + бор 0,1%	112,9	38
Эдагум 0,1%	101,9	25
Бор 0,1% + цинк 0,1%	95,3	17
Эдагум 0,1% + бор 0,1%	98,2	20
НСР ₀₅	14,5	

В варианте с применением борной кислоты совместно с сернокислым цинком не наблюдалось существенного увеличения урожайности деревьев. Это может объясняться тем, что для повышения урожайности яблони больше подходит комплекс макро- и микроэлементов, чем микроэлементы в отдельности.

Выводы. Изучение питательного режима и динамики физиологического состояния растений по показателям фотосинтетической активности листьев, содержания хлорофиллов а и b, каротина, свободной и связанной форм воды, белка в листьях свидетельствует о более высокой функциональной стабильности растений в вариантах с применением некорневых подкормок за анализируемый период, как в центральной, так и южной зонах плодородия.

Подкормки деревьев яблони водными растворами удобрений приводят к изменению анатомической структуры листа, в частности к усиленному развитию слоя палисадной ткани, клетки которой содержат основное количество хлоропластов. Лучшее обеспечение плодовых растений питательными веществами способствует более эффективному использованию

энергии света, способствует стабилизации синтеза хлорофилла, при этом урожайность яблони существенно возрастает.

Некорневые подкормки акварином, эдагумом, а также сочетанием этих удобрений с борной кислотой способствуют повышению урожайности деревьев яблони сорта Богатырь на 20-38% по сравнению с контролем.

Литература

1. Трунов, Ю.В. Минеральное питание и удобрение яблони / Ю.В. Трунов. – Воронеж: Кварта, 2010. – 400 с.
2. Шнайдер, А. Основы некорневой подкормки/А. Шнайдер//Симпозиум по специальным удобрениям: Сб. докл. – М., 1979. – С. 17-26.
3. Сергеева, Н.Н. Применение специальных удобрений в интенсивных насаждениях яблони на юге России/Н.Н. Сергеева, Н.В. Говорущенко, А.А. Салтанов //Садоводство и виноградарство. – 2002. – №6. – С. 8-10.
4. Хаустович, И.П. Адаптивность плодовых культур/ И.П. Хаустович. – Мичуринск: Издательский дом Мичуринск, 2008. – 183 с.
5. Гриненко, В.В. Методы определения устойчивости растений к обезвоживанию как признака приспособления к природным условиям/В.В. Гриненко, Ю.С. Поспелова// Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды. – Л.: Колос, 1976. – С. 115-122.
6. Агрохимические методы исследования почв; под ред. А.В. Соколова. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
7. Гинзбург, К.Е. Ускоренный метод сжигания почв и растений /К.Е. Гинзбург, Г.М. Щеглова, Е.В. Вульфius // Почвоведение. – 1963. – №5. – С. 89-96.
8. Крищенко, В.П. Методы оценки качества растительной продукции: Учеб. пособие/ В.П. Крищенко. – М.: Колос, 1983. – 192 с.
9. Кушниренко, М.Д. Физиология водообмена и засухоустойчивости растений/ М.Д. Кушниренко, С.Н. Печерская. – Кишинёв: Штиинца, 1991. – 306 с.
10. Паушева, З.П. Практикум по цитологии растений /З.П. Паушева. – М.: Колос, 1967. – 176 с.
11. Практикум по биохимии / Под ред. С.Е. Северина, Г.А. Соловьёвой. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 509 с.
12. Плешков, Б.П. Биохимия сельскохозяйственных растений /Б.П. Плешков.– М.: Колос, 1965. – 447 с.
13. Genty, B, The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence / B. Genty, J.M. Briantais, N.R. Baker // Biochimica et Biophysica Acta. –1989. – V. 990. – P. 87-92.
14. Владимиров, Ю.А. Инактивация ферментов ультрафиолетовым облучением / Ю.А. Владимиров // Соросовский образовательный журнал. – 2001. – Т. 7. – № 2. – С. 20-27.
15. Церлинг, В.В., Методические указания по диагностике минерального питания яблони и других садовых культур / В.В. Церлинг, Л.А.Егорова. – М.: Колос, 1980. – 47 с.