

УДК 634.11:631.8:[581.8+581.132.1]

**АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ
ХЛОРОФИЛЛА В ЛИСТЬЯХ ЯБЛОНИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ
УДОБРЕНИЙ И БИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ***

Н.Н. СЕРГЕЕВА, Н.И. НЕНЬКО, Г.К. КИСЕЛЕВА

Применение некорневых подкормок в многолетних плодовых насаждениях оказывает положительный эффект благодаря способности растений поглощать воду вместе с растворенными в ней ионами и молекулами через кутикулу листьев. В статье изложены результаты 2-летних исследований влияния некорневых подкормок яблони сортов Прикубанское (схема размещения растений $4 \times 1,2$ и $4 \times 0,6$ м) и Зарница (схема размещения растений 5×2 м) комплексными удобрениями в сочетании с биоактивными веществами новосил и эпин на структуру листьев и содержание в них хлорофилла. В летний период в условиях недостаточной влагообеспеченности и негативного влияния повышенных температур воздуха листовые подкормки способствовали увеличению адаптационной устойчивости растений: усиливались мезоксерофитные свойства листового аппарата, повышалось содержание суммы хлорофиллов (a + b) в листьях. Сочетание минеральных удобрений с препаратом новосил было эффективно как при более разреженной схеме размещения деревьев, так и в высокоплотных насаждениях. Использование удобрений вместе с препаратом эпин оказалось более результативным в насаждениях с загущенной схемой посадки.

Ключевые слова: яблоня, удобрения, некорневые подкормки, хлорофилл, анатомия листа.

Keywords: apple-tree, fertilizers, foliar fertilizing, chlorophyll, leaf anatomy.

Применение некорневых подкормок в многолетних плодовых насаждениях, которое оказывает положительный эффект благодаря способности растений поглощать воду вместе с растворенными в ней ионами и молекулами через кутикулу листьев при разности концентраций между ее внешней и внутренней сторонами, направлено в первую очередь на регуляцию продукционных процессов в изменяющихся условиях среды и снижение действия повреждающих факторов (1-5). Изучение анатомической структуры и пигментного комплекса листьев у плодовых культур представляет значительный теоретический и практический интерес, поскольку позволяет раскрыть механизмы экологической адаптации сортов к характерным для юга России колебаниям суточных и среднемесечных температур воздуха в весенний период и в засушливый летний период на фоне высокой интенсивности солнечной радиации.

Целью нашей работы стало изучение роли водных растворов питательных солей в активизации адаптивных реакций у многолетних плодовых растений при негативном влиянии абиотических факторов, а также физиологическое обоснование использования разных марок специальных удобрений и сроков их применения.

Методика. Объектом исследований была плодоносящая слаборослая яблоня сортов Прикубанское (год посадки — 1996, подвой М9, схема размещения растений 5×2 м) и Зарница (год посадки — 2003, первый товарный урожай плодов получен в 2006 году, подвой СК3, схема размещения растений $4,0 \times 1,2$ и $4,0 \times 0,6$ м) селекции Северо-Кавказского зонального НИИ садоводства и виноградарства. Полевые стационарные опыты проводили в интенсивных насаждениях опытно-производственного хозяйства «Центральное» (г. Краснодар) в 2009-2010 годах согласно принятым методикам (6, 7). Почва участка — малогумусный сверхмощный чернозем выщелоченный. Участок выровненный, междурядья были задернены сея-

* Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 09-04-99092.

ными травами. Схема опыта включала следующие варианты: I — контроль (без удобрений); II — некорневые подкормки специальными удобрениями (0,5 %) + биологически активный препарат (БАП) новосил (ОАО «ПО Электрохимический завод», Россия) (0,02 %); III — некорневые подкормки специальными удобрениями (0,5 %) + БАП эпин («НЭСТ М», Россия) (0,02 %). Подкормки применяли ежегодно дважды: в фазы обособления бутонов и развития плода «грецкий орех». В качестве удобрения использовали Nitrophoska® Solub ($N_{15}P_{10}K_{15}$, $B_{0,011}$, $Cu_{0,019}$, $Fe_{0,05}$, $Mn_{0,05}$, $Mo_{0,001}$, $Zn_{0,019}$, $MgO_{2,0}$; «Compo GmbH & Co. KG, Германия»). Для исследований отбирали листья из средней части ростовых побегов, расположенные на периферии кроны.

При изготовлении препаратов применяли методы общепринятой ботанической микротехники (8), объекты просматривали и фотографировали с помощью микроскопа Olympus BX41 («Olympus corporation», Япония), увеличение $\times 400$. Измеряли толщину листовой пластинки, губчатого и палисадного слоев. Содержание хлорофилла в листьях определяли спектральным методом (10).

Статистическую обработку проводили по Б.А. Доспехову (11).

Результаты. Структура листьев характеризуется высокой пластичностью и служит одним из важнейших внутренних факторов, влияющих на активность фотосинтетических процессов у многолетних плодовых растений. Применение некорневых подкормок в разряженном насаждении яблони (сорт Прикубанское) способствовало росту общей толщины листовой пластинки. Слой палисадной паренхимы (место основного сосредоточения хлоропластов в мезофилле листа) усиленно развивался за счет увеличения числа рядов клеток и их измельчения. В контроле и при плотной схеме посадки деревьев (сорт Зарница) более развитым оказался слой губчатой ткани (рис. 1, 2). Статистический анализ подтвердил существенные изменения в структуре листовой пластинки в зависимости от применяемых удобрений с БАП и конструкции насаждений (табл.).

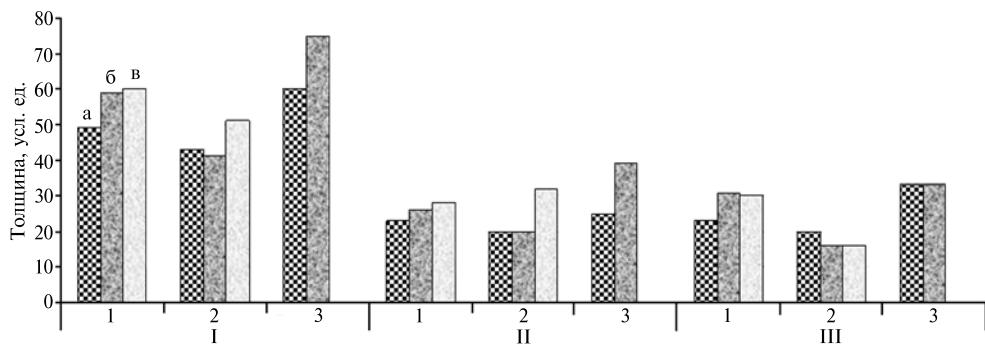


Рис. 1. Толщина листовой пластинки (I), палисадного (II) и губчатого (III) слоя у листьев яблони сортов Зарница (1 и 2 — схема размещения растений соответственно $4,0 \times 0,6$ и $4,0 \times 1,2$ м) и Прикубанское (3, схема размещения растений 5×2 м) в зависимости от применения некорневых подкормок: а — контроль (без удобрений); б — NPK + новосил; в — NPK + эпин (опытно-производственное хозяйство «Центральное», г. Краснодар; среднее за 2009–2010 годы).

Усиление признаков ксероморфной организации способствовало повышению продуктивности фотосинтеза, что подтверждал анализ пигментного комплекса (рис. 3). Содержание суммы хлорофиллов (а + в) в листьях у побегов яблони изменялось в течение сезона вегетации. У растений сорта Прикубанское на фоне применения удобрений этот показатель

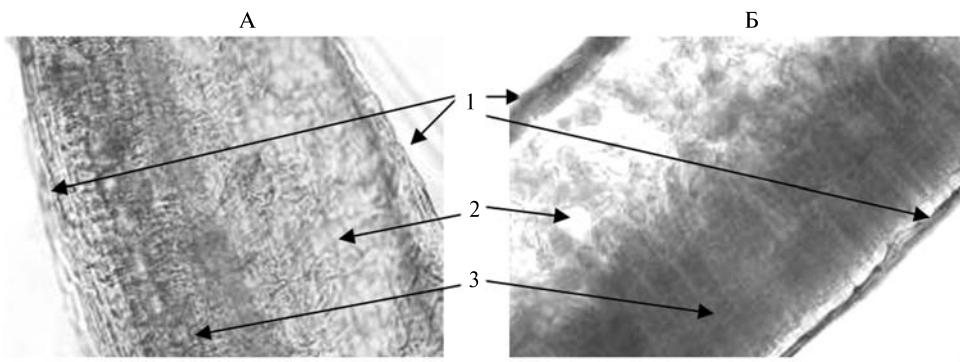


Рис. 2. Поперечный срез листовой пластиинки у яблони сорта Прикубанское в контроле (А) и в варианте с применением удобрений (Б): 1 — верхний и нижний эпидермис, 2 — губчатая ткань, 3 — столбчатая ткань. Увеличение $\times 400$ (опытно-производственное хозяйство «Центральное», г. Краснодар, 2010 год).

возрастал с мая по сентябрь, превышая контроль на 6,1–26,2 %. У яблонь сорта Зарница в контролльном варианте период максимального накопления суммы хлорофиллов зависел от плотности размещения растений. При плотной схеме посадки деревьев наибольшая сумма хлорофиллов наблюдалась в июле, в период максимальной напряженности гидротермических факторов; при разреженной схеме — в мае и сентябре. В июле в варианте NPK + новосил содержание пигментов в листьях у растений сорта Зарница ($4,0 \times 1,2$ м) увеличивалось на 65 % по сравнению с контролем и на 32 % — по сравнению с показателем при применении сочетания NPK с эпином. В высокоплотных насаждениях яблони сорта Зарница ($4,0 \times 0,6$ м) наиболее эффективным оказалось использование специальных удобрений совместно с препаратом эпин (сумма хлорофиллов увеличивалась до 20 %).

Толщина листовой пластиинки, палисадного и губчатого слоя у листьев яблони сортов Зарница и Прикубанское в зависимости от схемы размещения в посадке и применения некорневых подкормок (опытно-производственное хозяйство «Центральное», г. Краснодар; среднее за 2009–2010 годы)

Вариант	Статистический параметр				
	x	$S_{x(v)}$	$S_{x(v)}, \%$	$S_x, \%$	$HCP_{0,05}$
Сорт Зарница, схема размещения $4,0 \times 0,6$ м					
<i>Толщина листовой пластиинки</i>					
Контроль	48,00	1,528	3,18		
NPK + новосил	60,00	1,000	1,67	2,83	4,51
NPK + эпин	62,83	1,590	2,53		
<i>Толщина палисадной ткани</i>					
Контроль	23,00	0,577	2,51		
NPK + новосил	27,00	0,577	2,14	2,46	1,83
NPK + эпин	29,67	0,882	2,97		
<i>Толщина губчатой ткани</i>					
Контроль	22,67	0,882	3,89		
NPK + новосил	31,00	0,577	1,86	2,97	2,35
NPK + эпин	31,00	0,577	1,86		
Сорт Зарница, схема размещения $4,0 \times 1,2$ м					
<i>Толщина листовой пластиинки</i>					
Контроль	43,50	0,289	0,66		
NPK + новосил	42,00	0,577	1,37	0,72	0,93
NPK + эпин	52,50	0,764	1,45		
<i>Толщина палисадной ткани</i>					
Контроль	20,33	0,333	1,64		
NPK + новосил	21,67	0,882	4,07	2,11	1,43
NPK + эпин	30,33	0,333	1,10		
<i>Толщина губчатой ткани</i>					
Контроль	20,67	0,333	1,61		
NPK + новосил	16,67	0,333	2,00	1,02	0,54
NPK + эпин	19,33	0,667	3,45		

Продолжение таблицы

Сорт Прикубанско^е, схема размещения 5×2 м

Толщина листовой пластиинки

Контроль	60,00	0,577	0,96		
NPK + новосил	74,33	0,667	0,90	0,35	1,01
<i>Толщина палисадной ткани</i>					
Контроль	25,00	0,577	2,31		
NPK + новосил	38,67	0,333	0,86	0,74	1,01
<i>Толщина губчатой ткани</i>					
Контроль	32,50	0,500	1,54		
NPK + новосил	32,50	0,289	0,89	0,63	0,88

П р и м е ч а н и е . \bar{x} — среднее арифметическое значение; $S_{x(v)}$ — ошибка выборочной средней; $S_{x(v)}$, % — относительная ошибка выборочной средней; S_x , % — точность опыта.

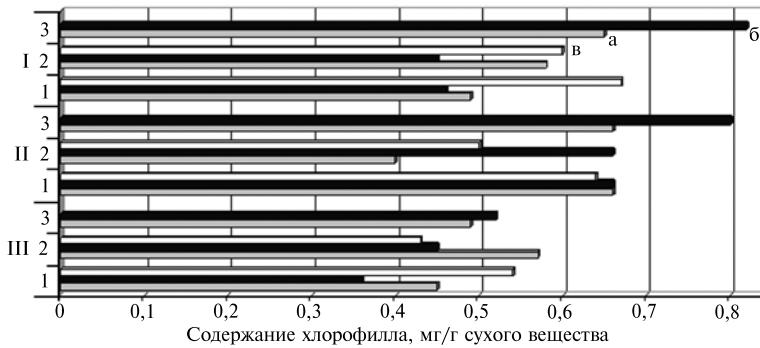


Рис. 3. Содержание хлорофилла в листьях яблони сортов Зарница (1 и 2 — схема размещения растений соответственно 4,0×0,6 и 4×1,2 м) и Прикубанско^е (3, схема размещения растений 5×2 м) в мае (I), июле (II) и сентябре (III) в зависимости от применения некорневых подкормок: а — контроль (без удобрений); б — NPK + новосил; в — NPK + эпин (опытно-производственное хозяйство «Центральное», г. Краснодар; среднее за 2009–2010 годы).

Таким образом, в летний период при недостаточной влагообеспеченности и повышенных температурах воздуха листовые подкормки способствуют увеличению адаптационной устойчивости растений яблони: усиливаются мезоксерофитные свойства листового аппарата, увеличивается содержание суммы хлорофиллов в листьях. При этом сочетание минеральных удобрений с препаратом новосил эффективно как при более разреженной схеме размещения деревьев (5×2 м, 4,0×1,2 м), так и в высокоплотных насаждениях (4,0×0,6 м). Использование удобрений совместно с эпином более эффективно в насаждениях с загущенной схемой посадки.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- Гриненко В.В., Пospelова Ю.С. Методы определения устойчивости растений к обезвоживанию как признака приспособления к природным условиям. В сб.: Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды. Л., 1976: 115–122.
- Шайдер А. Основы некорневой подкормки. Мат. Симпозиума по специальным удобрениям. М., 1979: 17–26.
- Сергеева Н.Н., Говорущенко Н.В., Салтанов А.А. Применение специальных удобрений в интенсивных насаждениях яблони на юге России. Садоводство и виноградарство, 2002, 6: 8–10.
- Сергеева Н.Н., Бунцевич Л.Л. Морфогенетические особенности развития и режим питания яблони в условиях юга России. Сельскохозяйственная биология, 2010, 5: 92–97.
- Трунов Ю.В., Грэзнеев О.А. Некорневые подкормки яблони в ЦЧО. Садоводство и виноградарство, 2007, 4: 8–10.
- Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел, 1999.
- Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями /Под ред. В. Панникова. М., 1983.
- Пашева З.П. Практикум по цитологии растений. М., 1967.
- Практикум по биохимии /Под ред. С.Е. Северина, Г.А. Соловьёвой. М., 1989.

10. Плешков Б.П. Биохимия сельскохозяйственных растений. М., 1965.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М., 1985.

ГНУ Северо-Кавказский зональный НИИ
садоводства и виноградарства Россельхозакадемии,
350901 г. Краснодар, ул. 40-летия Победы, 39,
e-mail: sady63@bk.ru

Поступила в редакцию
23 марта 2011 года

ANATOMO-MORPHOLOGICAL STRUCTURE AND CHLOROPHYLL CONTENT IN APPLE LEAVES UNDER APPLICATION OF FERTILIZERS AND BIOACTIVE SUBSTANCES

N.N. Sergeeva, N.I. Nen'ko, G.K. Kiseleva

S u m m a r y

The application of foliar nutrition for perennial fruit planting has a positive effect due to ability to absorb the water together with dissolved ions and molecules through cuticle of leaves. The article presents the results of two years investigations of foliar nutrition by complex fertilizers in combination with Novosil and Epin bioactive substances and its effect on leaves structure and chlorophyll content in apple-tree vegetative shoots of the Prikubanskoe (scheme of trees location — 4.0×1.2 and 4.0×0.6 m) and Zarnitsa (scheme of trees location — 5×2 m) grades. At the summer period, in the conditions of insufficient humidity and negative action of higher air temperature, the foliar nutrition promotes to a rise of apple-tree adaptive resistance: the increase of mesoxerophytic properties of foliar apparatus and the content of chlorophyll (a + b) in leaves. The combination of mineral fertilizers with Novosil preparation was efficient both on thinned out trees location and on compact planting. The application of fertilizers together with Epin preparation was more effective on the thick planting.

*Редакция журнала «Сельскохозяйственная биология»
выполняет рассылку электронных оттисков опубликованных статей*

Для получения электронного оттиска Вам необходимо:

- ❖ отослать точное описание заказа (авторы и название статьи, год, номер журнала, страницы) по адресу agrobiol@mail.ru, указав Ваши фамилию, имя, отчество (полностью), город, где проживаете, контактные e-mail и телефон;
- ❖ получить из редакции по своему контактному e-mail подтверждение заказа (с присвоенным ему номером);
- ❖ оплатить услугу, указав в платежном документе в графе «Назначение платежа» присвоенный заказу номер и Ваши фамилию, имя, отчество.

Оттиски высыпаются на Ваш контактный e-mail после зачисления оплаты на счет редакции.

Банковские реквизиты редакции:

Получатель:
ИНН 7708051012 Редакция журнала «Сельскохозяйственная биология», Марьинорощинское ОСБ 7981, г. Москва, р/с 40703810638050100603

Банк получателя:
Сбербанк России ОАО г. Москва, БИК 044525225, к/с 30101810400000000225

В назначении платежа укажите номер заказа, Ваши фамилию, имя, отчество.

Стоимость услуги:

- ❖ один оттиск — 120 руб.,
- ❖ не более шести оттисков (абонемент) — 360 руб.,
- ❖ не более двенадцати оттисков (абонемент) — 700 руб.

Цены приведены с учетом НДС 10 %. Абонементное обслуживание предполагает предоставление указанного числа оттисков за период не более каждого текущего года по предоплате.

E-mail для заказа электронных оттисков — agrobiol@mail.ru

© Электронные оттиски являются интеллектуальной собственностью редакции журнала «Сельскохозяйственная биология». Внесение в них каких бы то ни было изменений и дополнений не допускается. Перепечатка, тиражирование, размещение в средствах информации, в том числе электронных и сети Интернет, а также коммерческое распространение возможны только с разрешения редакции.