

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

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

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 4×1,2 и 4×0,6 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.

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 среднемесячных 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 СКЗ, схема размещения растений 4,0×1,2 и 4,0×0,6 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 сеяными травами. Схема опыта включала следующие варианты: I — контроль

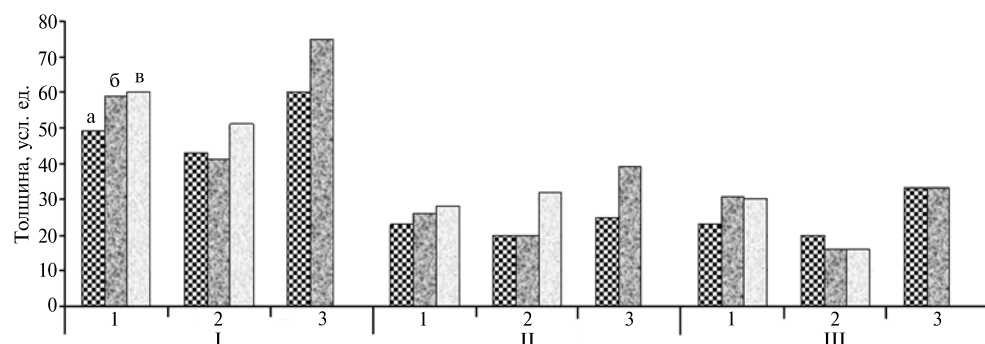
\* Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 09-04-99092.

(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<sub>15</sub>P<sub>10</sub>K<sub>15</sub>, B<sub>0,011</sub>, Cu<sub>0,019</sub>, Fe<sub>0,05</sub>, Mn<sub>0,05</sub>, Mo<sub>0,001</sub>, Zn<sub>0,019</sub>, MgO<sub>2,0</sub>; «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 ×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 разреженном 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 (таб.).



**Рис. 1.** Толщина листовой пластинки (I), палисадного (II) и губчатого (III) слоя у листьев яблони сортов Зарница (1 и 2 — схема размещения растений соответственно 4,0×0,6 и 4,0×1,2 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 (a + b) в листьях у побегов яблони изменялось в течение сезона вегетации. У растений сорта Прикубанское на фоне применения удобрений этот показатель

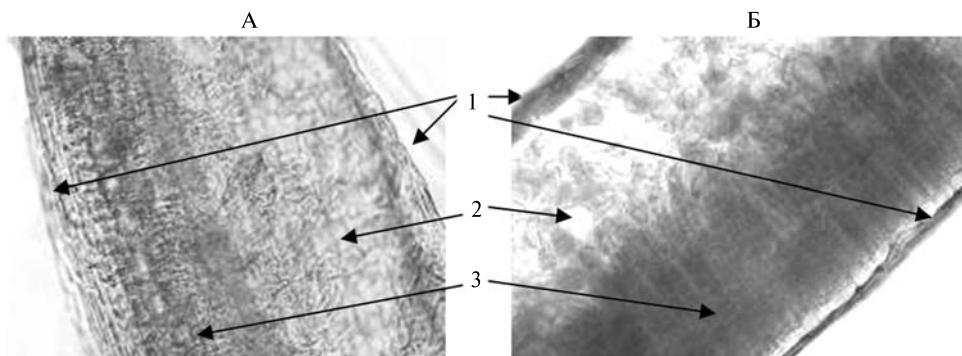


Рис. 2. Поперечный срез листовой пластинки у яблони сорта Прикубанское в контроле (А) и в варианте с применением удобрений (Б): 1 — верхний и нижний эпидермис, 2 — губчатая ткань, 3 — столбчатая ткань. Увеличение  $\times 400$  (опытно-производственное хозяйство «Центральное», г. Краснодар, 2010 год).

возрастал с мая по сентябрь, превышая контроль на 6,1-26,2 %. У яблонь сорта Зарница в контрольном 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 пластинки, 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				
	$x$	$S_{x(y)}$	$S_{x(y)}, \%$	$S_x, \%$	$НСР_{0,05}$
Сорт Зарница, схема размещения 4,0 $\times$ 0,6 м					
<i>Толщина листовой пластинки</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 пластинки</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		

Сорт Прикубанское, схема размещения 5×2 м					
Толщина листовой пластинки					
Контроль	60,00	0,577	0,96		
НРК + новосил	74,33	0,667	0,90	0,35	1,01
Толщина палисадной ткани					
Контроль	25,00	0,577	2,31		
НРК + новосил	38,67	0,333	0,86	0,74	1,01
Толщина зубчатой ткани					
Контроль	32,50	0,500	1,54		
НРК + новосил	32,50	0,289	0,89	0,63	0,88

Примечание.  $\bar{x}$  — среднее арифметическое значение;  $S_{x(v)}$  — ошибка выборочной средней;  $S_{x(v)}$ , % — относительная ошибка выборочной средней;  $S_x$ , % — точность опыта.

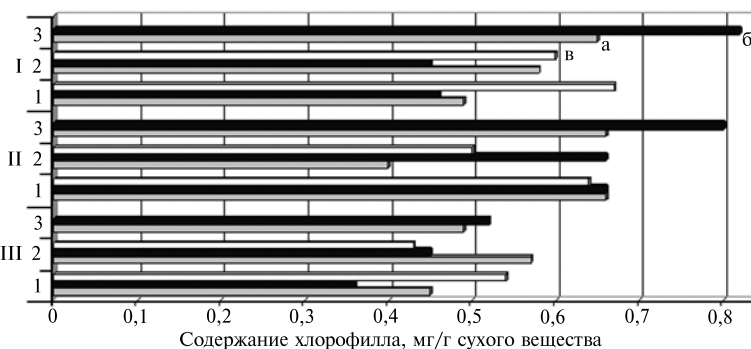


Рис. 3. Содержание хлорофилла в листьях яблони сортов Зарница (1 и 2 — схема размещения растений соответственно 4,0×0,6 и 4×1,2 м) и Прикубанское (3, схема размещения растений 5×2 м) в мае (I), июле (II) и сентябре (III) в зависимости от применения некорневых подкормок: а — контроль (без удобрений); б — НРК + новосил; в — НРК + 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.

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

Поступила в редакцию  
23 марта 2011 года

*Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology]*, 2013, № 5, pp. 80-84

## 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*

*North-Caucasian Research Institute of Horticulture and Viticulture, Russian Academy of Agricultural Sciences,  
39, ul. 40 Let Pobedy, Krasnodar, 350901 Russia, e-mail sady63@bk.ru*

*Received March 23, 2011*

*doi: 10.15389/agrobiology.2013.5.80eng*

*Acknowledgements:*

*Supported by Russian Foundation for Basic Research*

### Abstract

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.

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

#### REFERENCES

1. Grinenko V.V., Pospelova Yu.S. *Metody otsenki ustoichivosti rastenii k neblagopriyatnym usloviyam sredy* [Methods for Estimation of Plant Resistance to Unfavorable Environment], 1976: 115-122.
2. Shnaider A. *Materialy Simpoziuma po spetsial'nym udobreniyam* [Proc. Symp. on Special Fertilizers]. Moscow, 1979: 17-26.
3. Sergeeva N.N., Govorushchenko N.V., Saltanov A.A. *Sadovodstvo i vinogradarstvo*, 2002, 6: 8-10.
4. Sergeeva N.N., Buntsevich L.L. *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya* [Agricultural Biology], 2010, 5: 92-97.
5. Trunov Yu.V., Greznev O.A. *Sadovodstvo i vinogradarstvo*, 2007, 4: 8-10.
6. *Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur* [Program and Methods for Estimation of Fruit, Berry and Nut Varieties]. Orel, 1999.
7. *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu issledovaniy v dlitel'nykh opytakh s udobreniyami* /Pod redaktsiei V. Pannikova [Methodical Instruction for Long-term Experiments with Fertilizers. V. Pannikov (ed.)]. Moscow, 1983.
8. Pausheva Z.P. *Praktikum po tsitologii rastenii* [Plant Cytology (Practical Course)]. Moscow, 1967.
9. *Praktikum po biokhimii* /Pod redaktsiei S.E. Severina, G.A. Solov'evoi [Practical Course of Biochemistry. S.E. Severin, G.A. Solov'ev (eds.)]. Moscow, 1989.
10. Pleshkov B.P. *Biokhimiya sel'skokhozyaistvennykh rastenii* [Biochemistry of Agricultural Plants]. Moscow, 1965.
11. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Field Trial Methodics]. Moscow, 1985.