

## ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК НА ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ЯБЛОНИ ФОСФОРОМ И КАЛИЕМ

**Е.В. Леоничева**, к.б.н.  
**Т.А. Роева**, к.с.-х.н.  
**Л.И. Леонтьева**, к.с.-х.н.  
**О.А. Ветрова**, к.с.-х.н.  
**М.Е. Столяров**, м.н.с.

*ФГБНУ ВНИИ селекции плодовых культур, Россия, Орел, agro@vniispk.ru*

### Аннотация

В полевом опыте в 2011...2013 гг. изучалось влияние отдельных и совместных некорневых подкормок 0,1%  $H_3BO_3$ , 0,3%  $K_2SO_4$  и 1%  $CaCl_2$  на содержание фосфора и калия в листьях яблони сорта Имрус. Установлено, что некорневые подкормки оказывают достоверное влияние на обеспеченность яблони калием и фосфором. При этом наблюдались значительные различия в действии одних и тех же вариантов в годы, различающиеся по метеоусловиям и урожайности. Наличие калия в составе некорневых подкормок не всегда приводило к достоверному увеличению концентрации этого элемента в листьях яблони. В то же время листья деревьев, обработанных 0,3%  $K_2SO_4$ , в среднем по опыту содержали существенно меньше фосфора, чем листья растений, не получавших некорневых подкормок калийными удобрениями. Влияние опрыскиваний парными сочетаниями борной кислоты, сульфата калия и хлористого кальция на содержание калия и фосфора в листьях яблони существенно отличалось от действия этих же веществ, применяемых по отдельности. Сочетание двух и большего количества компонентов в составе некорневой подкормки могло, как усиливать, так и ослаблять действие отдельных веществ.

**Ключевые слова:** яблоня, минеральное питание, некорневые подкормки, листовая диагностика, фосфор, калий

## POTASSIUM AND PHOSPHORUS CONTENT IN APPLE LEAVES AS AFFECTED BY FOLIAR FERTILIZATION

**E.V. Leonicheva**, candidate of biological sciences  
**T.A. Roeva**, candidate of agricultural sciences  
**L.I. Leontieva**, candidate of agricultural sciences  
**O.A. Vetrova**, candidate of agricultural sciences  
**M.E. Stolyarov**, junior researcher

*Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, Russia, Orel, agro@vniispk.ru*

### Abstract

The influence of separate and combined foliar fertilization with  $H_3BO_3$  (0.1%),  $K_2SO_4$  (0.3%) and  $CaCl_2$  (1%) on the potassium and phosphorus leaf concentration has been studied in the field experiment with 'Imrus' apple on intercalary stock 3–4–98. The experiment was conducted in pedoclimatic conditions of forest-steppe of the Central Russian Upland (Orel region) in 2011...2013. The experimental orchard was on loamy grey forest soil with high phosphorus and potassium content. Treatments were done five times during the vegetation period. The results showed that the presence of potassium in the composition of fertilizers did not ensure the increase of this element content in leaves. The phosphorus concentration in apple leaves was significantly higher when potassium was absent in foliar spray composition. The reciprocal influence of the tank-mix components was observed for treatments by  $K_2SO_4 + H_3BO_3$  and  $K_2SO_4 + CaCl_2$  mixes. The influence of the foliar spray on the leaf element composition significantly depends on the yield load and meteorological conditions.

**Key words:** *Malus domestica*, mineral nutrition, foliar fertilization, foliar diagnosis, potassium, phosphorus

### Введение

Фолиарное применение удобрений используется в плодоводстве для предотвращения физиологических нарушений в случае недостатка почвенного питания, либо для многократного систематического применения, чтобы ослабить агрогенную нагрузку на почвы садовых экосистем [9, 10, 14].

Для проведения некорневых подкормок предлагаются препараты, имеющие в своем составе либо одно действующее вещество, либо комплекс растворимых соединений макро- и микроэлементов [9, 10, 12, 18]. В число наиболее широко используемых моноэлементных листовых удобрений входят соединения бора (борная кислота, Бороплюс) и кальция (хлорид кальция, Кальбит С). Некорневые подкормки калийными удобрениями предлагается проводить для повышения урожайности и товарности плодов яблони [2, 12].

Комплексные препараты содержат набор из нескольких макро- и микроэлементов, часто – в сочетании с другими биологически активными компонентами (аминокислотами, фитогормонами, гумусовыми веществами и пр.) [4, 11, 15]. Имеются многочисленные результаты исследований, авторы которых испытывают предлагаемые производителями регламенты применения препаратов с целью оценки их эффективности и подбора оптимальных концентраций и сроков применения в конкретных садовых агроценозах [4, 8, 11, 15, 18].

В то же время не все теоретические аспекты применения некорневых подкормок смесями большого количества веществ достаточно разработаны. Нет определённости в вопросе возможного взаимодействия элементов, поступающих на поверхность растения в виде катионов и анионов при обработках минеральными комплексами. В ряде работ рассматривается эффективность раздельного и совместного некорневого внесения соединений двух элементов: азота и цинка [13], бора и кальция [16, 17, 19], бора и азота [20]. Авторы этих исследований установили, что сочетание двух элементов в составе

удобрительной смеси не всегда обеспечивает ожидаемый суммарный положительный эффект.

Целью данной работы было изучить, как влияют отдельные и совместные некорневые подкормки соединениями калия, кальция и бора на обеспеченность яблони фосфором и калием.

#### **Объекты исследования**

Полевой опыт проводился с деревьями яблони сорта Имрус на полукарликовом вставочном подвое 3–4–98.

5 раз за период вегетации деревья обрабатывались растворами соединений макро- и микроэлементов по следующей схеме:

1. Контроль (обработка водой);
2. Борная кислота ( $H_3BO_3$ ) – 0,1%;
3. Сульфат калия ( $K_2SO_4$ ) – 0,3%;
4. Хлористый кальций ( $CaCl_2$ ) – 1%;
5.  $H_3BO_3 + K_2SO_4$ ;
6.  $H_3BO_3 + CaCl_2$ ;
7.  $K_2SO_4 + CaCl_2$ ;
8.  $H_3BO_3 + K_2SO_4 + CaCl_2$ .

Повторность опыта 3-х кратная, в варианте 6 учетных деревьев. Опрыскивания проводились в фазы: «розовый бутон», «полное цветение», «опадение лепестков», «греческий орех» и за 30...40 дней до съема плодов.

#### **Условия проведения исследований**

Исследования проводились в 2011...2013 гг. в садовом массиве Всероссийского НИИ селекции плодовых культур (ФГБНУ ВНИИСПК, Орловская область). Сад заложен в 1992 году, схема посадки 6 × 3 м. Агротехника общепринятая для культуры. Система содержания почвы – залужение.

Почва – темно-серая лесная среднесуглинистая на лессовидном суглинке, подстилаемом доломитовыми известняками. Агрохимические показатели в слое 0...20 см:  $pH_{KCl}$  – 5,4,  $N_{общ.}$  – 3,9 мг-экв/100г, гумус – 4,6%, подвижный  $P_2O_5$  – 204 мг/кг, обменный  $K_2O$  – 194 мг/кг, содержание обменных Ca и Mg  $14,8 \pm 0,5$  и  $4,3 \pm 0,3$  мэкв/100 г соответственно.

Метеоусловия в период проведения исследований подробно описаны нами в работе [6]. Температурные характеристики вегетационных периодов 2011...2013 гг. мало различались между собой и были близки к среднесезонным показателям. 2011 и 2012 гг. характеризовались контрастными условиями увлажнения, а 2013 г. отличался значительным количеством снега в зимний период, холодной весной, равномерным распределением осадков в течение лета, благодаря чему влажность почвы в саду в течение всего периода вегетации была близка к оптимальному уровню.

#### **Использованные аналитические методы**

Образцы листьев из средней части однолетних побегов, отобранных в фазу затухания роста (последняя декада июля), озоляли в муфельной печи при температуре 450°C. Далее золу растворяли в 20% HCl. В полученном растворе определяли содержание калия на пламенном фотометре, фосфора – фотометрическим методом по Дениже [7].

Агрохимические показатели почвы определялись по стандартным методикам для серых лесных почв [7].

Математическая обработка результатов проводилась методом трёхфакторного дисперсионного анализа по [1].

### Результаты

Листовая диагностика является одним из наиболее распространённых методов оценки обеспеченности яблони элементами минерального питания в процессе формирования урожая. Она основана на анализе содержания элементов в зрелых, закончивших рост, но активно функционирующих листьях.

Оптимальное содержание калия и фосфора в листьях яблони составляет соответственно 1,75 и 0,5% сух. в-ва. При этом недостаточное или избыточное содержание элементов питания принято как отклонение от оптимума на 25...30% [3, 9].

Несмотря на высокий уровень обменного калия в почве, содержание калия в листьях сорта Имрус в течение трёх лет опыта было недостаточным и изменялось в пределах 0,6...1,0% сух. в-ва (таблица 1). Низкое содержание элемента в листьях может быть связано с высокой насыщенностью почвы обменными соединениями кальция и магния, затрудняющими поступление калия в корни.

Таблица 1 – Содержание калия в листьях сорта Имрус, % сух. в-ва

Фактор В (калийный фон)	Фактор А (обработки $H_3BO_3$ и $CaCl_2$ )	Фактор С (год)			Средние АС	Средние В
		2011	2012	2013		
Без калия	Контроль (обработка водой)	0,84	0,86	0,87	0,86	0,83
	$H_3BO_3$	0,84	0,81	0,75	0,80	
	$CaCl_2$	0,97	0,91	0,71	0,86	
	$H_3BO_3 + CaCl_2$	0,97	0,76	0,70	0,81	
$K_2SO_4$	$K_2SO_4$	0,81	0,78	0,76	0,78	0,79
	$K_2SO_4 + H_3BO_3$	1,00	0,90	0,65	0,85	
	$K_2SO_4 + CaCl_2$	0,81	0,74	0,76	0,77	
	$K_2SO_4 + H_3BO_3 + CaCl_2$	0,90	0,80	0,60	0,77	
Средние С		0,89	0,82	0,72		
НСР <sub>0.05</sub>		А	В	С	А×С	А×В×С
		0,06	0,04	0,05	0,11	0,15

На контроле содержание калия в листьях в течение трёх лет держалось на стабильном уровне 0,84...0,86% сух. в-ва. В то же время среднее по опыту содержание калия достоверно различалось в разные годы исследования: максимальным показателем был в 2011 г. – 0,89%, в 2012 и 2013 гг. листья содержали соответственно 0,82 и 0,72% калия. Такой результат связан с неоднозначным влиянием некорневых подкормок в годы, различающиеся по метеоусловиям и урожайности.

Сорт Имрус отличается выраженной периодичностью плодоношения. В 2011 и 2013 гг. не все учётные деревья плодоносили, а в среднем по опыту урожай составил 2...3 кг с дерева. В 2012 г средняя урожайность была 56 кг/дерево.

Поскольку схема опыта включает все возможные сочетания исследуемых веществ, каждый компонент некорневой подкормки можно рассматривать как самостоятельный фактор и группировать варианты опыта, включающие обработку этим соединением, и варианты, где этот компонент отсутствует. Используя такой подход, мы разделили варианты, где производилось опрыскивание собственно калийным удобрением (сульфатом калия), и варианты, в которых растения не получали калия в составе некорневой подкормки.

Присутствие сульфата калия в составе некорневой подкормки не гарантировало более высокого содержания калия в листьях. Напротив, как видно из таблицы 1, средний уровень калия в листьях вариантов, обработанных калийным удобрением, был достоверно ниже среднего уровня калия в листьях, не получавших калийной подкормки (средние по фактору В).

Некорневые подкормки отдельно взятыми борной кислотой и сульфатом калия не оказывали значимого влияния на уровень калия в листьях. Но при обработке смесью этих веществ в 2011 г. содержание элемента в листьях было достоверно выше контроля, а в 2013 г. – достоверно ниже.

Опрыскивание деревьев раствором хлористого кальция в 2012 г. приводило к существенному увеличению концентрации калия в листьях. В 2013 г. отмечен противоположный эффект. Также в 2013 г. отмечено достоверное снижение уровня калия в листьях при обработке смесями, в состав которых входили хлористый кальций и борная кислота ( $H_3BO_3 + CaCl_2$  и  $K_2SO_4 + H_3BO_3 + CaCl_2$ ). В течение трёх лет показатель обеспеченности калием в варианте  $K_2SO_4 + CaCl_2$  достоверно не отличался от контроля.

Следует отметить, что в 2011 и 2012 гг. мы наблюдали существенное увеличение уровня калия в листьях под действием некорневых подкормок, либо показатель был на уровне контроля. В 2013 г. достоверное влияние некорневых подкормок проявлялось в виде снижения концентрации элемента в листьях. В этом же году, как показано нами в работе [6], у сорта Имрус отмечено возрастание содержания калия в тканях плодов под действием некорневых подкормок. Возможно, в данном случае, некорневое внесение элементов минерального питания могло способствовать перераспределению калия в растениях яблони из вегетативных органов в плоды.

Показано, что у яблони некорневые подкормки влияют на содержание в растениях не только элементов, входящих в состав препаратов, используемых для опрыскивания, но и поступающих из почвы [5, 8, 16, 18]. В нашем опыте также некорневые подкормки соединениями калия, кальция и бора повлияли на содержание в листьях яблони фосфора, источником которого была почва. Причём в разные годы влияние вариантов опыта на этот показатель существенно различалось (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание фосфора в листьях сорта Имрус, % сух. в-ва

Фактор В (калийный фон)	Фактор А (обработки $H_3BO_3$ и $CaCl_2$ )	Фактор С (год)			Средние АС	Средние В
		2011	2012	2013		
Без калия	Контроль (обработка водой)	0,43	0,41	0,49	0,44	0,44
	$H_3BO_3$	0,54	0,34	0,43	0,44	
	$CaCl_2$	0,52	0,42	0,36	0,43	
	$H_3BO_3 + CaCl_2$	0,51	0,40	0,40	0,44	
$K_2SO_4$	$K_2SO_4$	0,43	0,34	0,36	0,38	0,40
	$K_2SO_4 + H_3BO_3$	0,51	0,47	0,45	0,48	
	$K_2SO_4 + CaCl_2$	0,35	0,37	0,29	0,34	
	$K_2SO_4 + H_3BO_3 + CaCl_2$	0,46	0,44	0,37	0,42	
Средние С		0,47	0,40	0,39		
НСР <sub>0,05</sub>		А	В	С	А×С	А×В×С
		0,05	0,03	0,04	0,08	0,12

Среднее по опыту содержание фосфора в листьях (среднее по фактору С) в течение трёх лет исследования не выходило за пределы оптимума, но в 2011 г. было достоверно больше, чем в два последующих года.

Листья деревьев, обработанных сульфатом калия, в среднем по опыту содержали существенно меньше фосфора, чем листья растений, не получавших некорневых подкормок калийными удобрениями.

Как и в случае с влиянием некорневых обработок на содержание калия в листьях, влияние обработок смесями изучаемых веществ на содержание фосфора отличалось от действия отдельно взятых компонентов. Так в 2011 г. при обработке хлористым кальцием уровень фосфора в листьях был оптимальным (0,52%). При опрыскивании смесью хлористого кальция с сульфатом калия показатель был достоверно ниже (35%). Последний вариант отличался стабильно низким уровнем фосфора в листьях – в среднем за три года исследований обеспеченность фосфором при этой обработке была существенно ниже контроля.

В 2012 г. при обработках отдельно борной кислотой и сульфатом калия отмечено недостаточное содержание фосфора в листьях (0,34 % в каждом из вариантов). В то же время листья деревьев, обработанных смесью этих веществ, содержали достоверно больше элемента (0,47%).

В 2013 г. достоверное влияние некорневых подкормок проявлялось в виде снижения концентрации в листьях не только калия, но и фосфора. Содержание фосфора было ниже контроля в вариантах с опрыскиванием хлористым кальцием, сульфатом калия, смесью этих соединений, а также при обработке сочетанием трёх изучаемых веществ.

### **Заключение**

Проведённые трёхлетние исследования показали, что некорневые подкормки борной кислотой, сульфатом калия, хлористым кальцием и сочетаниями этих соединений оказывают достоверное влияние на обеспеченность яблони калием и фосфором. При этом наблюдались значительные различия в действии одних и тех же вариантов в годы, различающиеся по метеоусловиям и урожайности.

Влияние некорневых подкормок соединениями бора, калия и кальция на показатели обеспеченности яблони фосфором, который в условиях опыта растения получали за счёт корневого питания, может быть связано с изменениями в процессах синтеза и транспорта ассимилятов, происходящими при поступлении в листья дополнительных количеств питательных элементов.

Обработка калийным удобрением (в чистом виде, либо в смеси с другими элементами минерального питания) не всегда приводила к достоверному увеличению концентрации калия в листьях яблони. В то же время листья деревьев, обработанных сульфатом калия, в среднем по опыту содержали существенно меньше фосфора, чем листья растений, не получавших некорневых подкормок калийными удобрениями.

Наши исследования показали, что влияние опрыскиваний парными сочетаниями борной кислоты, сульфата калия и хлористого кальция на содержание калия и фосфора в листьях яблони существенно отличается от действия этих же веществ, применяемых по отдельности. Сочетание двух и большего количества компонентов в составе некорневой подкормки могло, как усиливать, так и ослаблять действие отдельных веществ.

### **Литература**

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агротехиздат. 1985. 351 с.
2. Дорошенко Т.Н., Остапенко В.И., Дубравина И.В., Чумаков С.С. Формирование качества плодов яблони под влиянием некорневого питания калием // Доклады РАСХН, 2005. №3. С.38-40.

3. Кондаков А.К. Удобрение плодовых деревьев, ягодников, питомников и цветочных культур. Мичуринск. 2007. 327 с.
4. Кузин А.И., Трунов Ю.В. Влияние пофазных систем некорневых подкормок яблони на формирование компонентов продуктивности в интенсивном саду // Достижения науки и техники АПК, 2016. Т.30, №5. С.61-63.
5. Леоничева Е.В. Роева Т.А., Леонтьева Л.И., Ветрова О.А. Накопление магния в плодах яблони при некорневых подкормках / Современное садоводство - Contemporary horticulture [Электронный ресурс]. 2014. №2. URL: <http://journal.vniispk.ru/pdf/2014/2/27.pdf> (дата обращения: 01.11.2016).
6. Леоничева Е.В. Роева Т.А., Леонтьева Л.И., Ветрова О.А. Сортовые особенности калийного питания яблони при некорневых подкормках // Садоводство и виноградарство, 2015. № 5. С.35-41.
7. Практикум по агрохимии / Под ред. В.Г.Минеева, М.: Изд-во МГУ, 1989. 304 с.
8. Сергеева Н.Н., Ненько Н.И., Якуба Ю.Ф. Влияние условий питания на содержание аминокислот в листьях яблони // Плодоводство и виноградарство Юга России, 2012. №13 (1). С.76-85. URL: <http://www.journal.kubansad.ru/get/198/> (дата обращения: 01.11.2016).
9. Трунов Ю.В. Биологические основы минерального питания яблони. Воронеж: Кварта, 2013. 428 с.
10. Трунов Ю.В., Грезнев О.А., Кузин А.И. Некорневые подкормки яблони как способ оптимизации минерального питания растений // Инновационные основы развития садоводства в России: Сб. – Мичуринск, 2011, - С.241-246.
11. Рябцева Т.В. Капичникова Н.Г., Игнаткова Н.В., Турбин П.А., Леонович И.С. Эффективность некорневого внесения хелатных удобрений в интенсивном плодоносящем саду груши // Плодоводство и виноградарство Юга России, 2013 № 23(5). С.131-145. URL: <http://www.journal.kubansad.ru/get/380/> (дата обращения: 01.11.2016).
12. Чумаков С.С. Особенности некорневого питания яблони в условиях Прикубанской зоны садоводства: специальность 06.01.07 «Плодоводство, виноградарство»: автореф. дисс. ... канд. с.-х.наук. Краснодар, 2008. 21с.
13. Amiriac Mohammad E., Fallahib Esmaeil, Golchina Ahmad. Influence of Foliar and Ground Fertilization on Yield, Fruit Quality, and Soil, Leaf, and Fruit Mineral Nutrients in Apple // Journal of Plant Nutrition. 2008. Vol 31, Issue 3. P. 515-525. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/01904160801895035>
14. Fageria N.K., Barbosa Filho M.P., Moreira A., Guimarães C.M. Foliar fertilization of Crop Plants // Journal of Plant Nutrition, 2005. V.27, Issue 7. P. 1149-1162. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/01904160902872826>
15. Jivan C., Sala F. Relationship between tree nutritional status and apple quality // Hort.Sci. (Prague). 2014. Vol. 41. P.1-9.
16. Khalifa R.Kh.M., Hafez Omaima M., Abd-El-Khair H. Influence of foliar spraying with boron and calcium on productivity, fruit quality, nutritional status and controlling of blossom end rot disease of Anna apple trees // World Journal of Agricultural Sciences. 2009. Vol. 5, N.2. 237-249.
17. Peryea Frank J., Neilsen D., Neilsen G. Boron Maintenance Sprays for Apple: Early-season Applications and Tank-mixing with Calcium Chloride // HortScience. – 2003. – Vol.38. – N. 4. – p. 542-546.
18. Porro D., Dorigatti C., Ramponi V. Can Foliar Application Modify Nutritional Status and Improve Fruit Quality? Results on Apple in Northeastern Italy // Acta Horticulturae. 2002. Vol. 594. p. 521-526. DOI: 10.17660/ActaHortic.2002.594.68

19. Wojcika P. Yield and "Jonagold" apple fruit quality as influenced by spring sprays with commercial Rosatop material containing calcium and boron // *Journal of Plant Nutrition*. 2002. Vol. 25, Issue 5. P. 999-1010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1081/PLN-120003934>
20. Wojcika P. Effect of Postharvest Sprays of Boron and Urea on Yield and Fruit Quality of Apple Trees // *Journal of Plant Nutrition*. 2006. Vol. 29, Issue 3. P. 441-450. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/01904160500524894>

### References

1. Dosphehov B.A. (1985): Field experiment method (with statistic processing of investigation results). Moscow, Agrokhimizdat. (In Russian).
2. Doroshenco T.N., Ostapenco V.I., Ryazanova L.G., Dubravina I.V., Chumacov S.S. (2005): The influence of potassium foliar nutrition on apple fruit quality formation. *Reports of The Russian Academy of Agricultural Sciences*, **3**: 38-40. (In Russian, English abstract).
3. Kondakov A.K. (2007): Fertilizing of fruit trees, berry plants, nurseries and ornamental crops. Michurinsk. (In Russian).
4. Kuzin A.I., Trunov Y.V. (2016): Influence of phase systems of foliar application of apple trees on the formation of productivity components in an intensive orchard. *Achievements of Science and Technology of AIC*, **5**: 61-63. (In Russian).
5. Leonicheva E.V., Roeva T.A., Leonteva L. I., Vetrova O. A. (2014): Magnesium accumulation apple fruit as a result of foliar spray application. *Sovremennoe sadovodstvo – Contemporary horticulture*, **2**. Available at: <http://journal.vniispk.ru/pdf/2014/2/27.pdf>. (In Russian, English abstract).
6. Leonicheva E.V., Roeva T.A., Leontieva L.I., Vetrova O.A. (2015): Varietal features of potassium nutrition of apple under foliar fertilization. *Horticulture and viticulture*, **5**: 35-41. (In Russian, English abstract).
7. Mineev V.G. (1989): Practice work on agrochemistry. Moscow, MGU. (In Russian).
8. Sergeeva N.N., Nenco N.I., Jacuba Y.F. (2012): Influence of nutritional conditions on the content of amino acids in the apple-tree leavers. *Fruit growing and viticulture of south Russia*, **13**(1): 76-85. Available at: <http://www.journal.kubansad.ru/get/198/> (In Russian, English abstract).
9. Trunov Yu.V. (2013): Biological principles of mineral apple nutrition. Voronezh, Kvarta. (In Russian).
10. Trunov Yu.V., Greznev O.A., Kuzin A.I. (2011): Outside apple root application of fertilizer as a way of optimization of mineral plant nutrition. In:
11. Ryabtseva T.V., Kapichnicova N.G., Ilnatova N.V., Turbin P.A., Leonovich I.S. (2013): Efficiency of chelate foliar fertilization in the intensive fruit-bearing orchard of pear. *Fruit growing and viticulture of south Russia*, **23**(5): 131-145. Available at: <http://www.journal.kubansad.ru/get/380/> (In Russian, English abstract).
12. Chumakov S.S. (2008): The peculiarities of extra-root nutrition of apple in conditions of the Kuban zone of horticulture. [Agr. Sci. Cand. Thesis]. Krasnodar, Kuban State Agrarian University. (In Russian).
13. Amiriac, Mohammad E., Fallahib Esmaeil, Golchina Ahmad. (2008): Influence of Foliar and Ground Fertilization on Yield, Fruit Quality, and Soil, Leaf, and Fruit Mineral Nutrients in Apple. *Journal of Plant Nutrition*, **31**(3): 515-525. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/01904160801895035>
14. Fageria N.K., Barbosa Filho M.P., Moreira A., Guimarães C.M. (2005): Foliar fertilization of Crop Plants. *Journal of Plant Nutrition*, **27**(7): 1149-1162. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/01904160902872826>



15. Jivan C., Sala F. (2014): Relationship between tree nutritional status and apple quality. *HortScience* (Prague), **41**: 1-9.
16. Khalifa R.Kh.M., Hafez Omaima M., Abd-El-Khair H. (2009): Influence of foliar spraying with boron and calcium on productivity, fruit quality, nutritional status and controlling of blossom end rot disease of Anna apple trees. *World Journal of Agricultural Sciences*, **5**(2): 237-249.
17. Peryea Frank J., Neilsen D., Neilsen G. (2003): Boron Maintenance Sprays for Apple: Early-season Applications and Tank-mixing with Calcium Chloride. *HortScience*, **38**(4): 542-546.
18. Porro D., Dorigatti C., Ramponi V. (2002): Can Foliar Application Modify Nutritional Status and Improve Fruit Quality? Results on Apple in Northeastern Italy. *Acta Horticulturae*, **594**: 521-526. DOI: 10.17660/ActaHortic.2002.594.68
19. Wojcika P. (2002): Yield and "Jonagold" apple fruit quality as influenced by spring sprays with commercial Rosatop material containing calcium and boron. *Journal of Plant Nutrition*, **25**(5): 999-1010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1081/PLN-120003934>
20. Wojcika P. (2006): Effect of Postharvest Sprays of Boron and Urea on Yield and Fruit Quality of Apple Trees. *Journal of Plant Nutrition*, **29**(3): 441-450. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/01904160500524894>