

УДК 634.11:634.1.15: 631.81

## О ВОЗМОЖНОСТИ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ КОМПОНЕНТОВ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК НА ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ПЛОДОВ ЯБЛОНИ

Леоничева Е.В., канд. биол. наук, Роева Т.А., канд. с.-х. наук,  
Леонтьева Л.И., канд. с.-х. наук, Ветрова О.А.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур»  
(Орловская область)

**Реферат.** В полевом опыте с яблоней сорта Имрус изучено влияние отдельных и совместных некорневых подкормок борной кислотой, сульфатом калия и хлористым кальцием на накопление калия и кальция в плодах. Установлено, что влияние некорневых подкормок на элементный состав плодов существенно зависит от нагрузки урожаем.

**Ключевые слова:** яблоня, некорневые подкормки, калий, кальций, бор, взаимодействие элементов

**Summary.** The influence of separate and combined foliar fertilization with  $H_3BO_3$ ,  $K_2SO_4$  and  $CaCl_2$  on the potassium and calcium accumulation in fruit has been studied in the field experiment with Imrus apple. It has been determined that the influence of the outside root applications of fertilizers on the element composition of fruit significantly depends on the yield load.

**Keywords:** apple-tree, foliar top-dressing, potassium, calcium, boron, element interaction

**Введение.** В современном плодоводстве некорневые подкормки являются одним из способов удовлетворения потребности растений в элементах минерального питания. Их предлагается использовать как для предотвращения физиологических нарушений в случае недостатка почвенного питания, так и для многократного систематического применения в качестве необходимого элемента системы удобрения плодовых культур, позволяющего ослабить агрогенную нагрузку на почвы садовых экосистем [1, 2].

На рынке агрохимикатов для проведения некорневых подкормок предлагается значительное количество коммерческих препаратов, имеющих в своем составе либо одно действующее вещество, либо комплекс растворимых соединений макро- и микроэлементов.

Исследования механизмов некорневого поступления питательных веществ и эффективности опрыскивания соединениями отдельных элементов начаты в конце 40-х – начале 50-х годов XX в [2, 3, 4] и проводятся до настоящего времени. Рекомендации по использованию этого приёма стали непременным компонентом систем удобрения различных плодовых культур [5,6]. В последние десятилетия начато исследование эффективности комплексных препаратов, содержащих набор из нескольких питательных элементов (как правило, не менее 6...10 соединений) [7, 8, 9]. Авторы большинства таких исследований испытывают предлагаемые производителями регламенты применения препаратов с целью оценки их эффективности, подбора оптимальных концентраций и сроков применения для конкретных агроэкосистем [1, 7, 8]. При этом, проблеме возможного взаимодействия элементов, поступающих в виде катионов и анионов при обработках минеральными комплексами, внимания не уделяется.

В ряде работ рассматривается эффективность отдельного и совместного некорневого внесения соединений двух элементов: азота и цинка [10], бора и кальция [11,12,13], бора и азота [14]. Показано, что сочетание двух элементов в составе удобрительной смеси не всегда обеспечивает ожидаемый суммарный положительный эффект. Например, сочетание борного удобрения с мочевиной ослабляло положительное действие бора на процессы оп-

лодотворения [14], отмечены существенные различия в урожайности и элементном составе листьев между вариантами с отдельным и совместным внесением азота и цинка, бора и кальция [10, 11]. Практически нет публикаций о результатах исследований, посвящённых взаимодействию трёх и большего количества веществ, одновременно наносимых на поверхность растения в виде некорневых подкормок.

Целью настоящего исследования было изучить влияние отдельных и совместных некорневых подкормок борной кислотой, сульфатом калия и хлористым кальцием на накопление калия и кальция в плодах яблони.

**Объекты и методы исследований.** Полевой опыт проводился с деревьями яблони сорта Имрус на полукарликовом вставочном подвое 3–4–98. Пятикратно 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.  $H_3BO_3(0,1\%)+K_2SO_4(0,3\%)$ ; 6.  $H_3BO_3(0,1\%)+CaCl_2(1\%)$ ; 7.  $K_2SO_4(0,3\%)+CaCl_2(1\%)$ ; 8.  $H_3BO_3(0,1\%)+K_2SO_4(0,3\%)+CaCl_2(1\%)$ . Повторность опыта 3-х кратная, в варианте 6 учётных деревьев. Опрыскивания проводились в фазы: «розовый бутон», «полное цветение», «опадение лепестков», «грецкий орех» и за 30–40 дней до съёма плодов.

Исследования проводились в 2011–2012 гг. в садовом массиве Всероссийского НИИ селекции плодовых культур (Орловская область). Сад заложен в 1992 году, схема посадки 6×3 м. Агротехника общепринятая для культуры. Система содержания почвы – залужение.

Почва – тёмно-серая лесная среднесуглинистая на лессовидном суглинке, подстилаемом доломитовыми известняками. Благодаря близкому залеганию подстилающей породы, профиль почвы опытного участка насыщен обменными соединениями кальция и магния, их содержание в 100-см слое составляло в среднем  $14,8 \pm 0,5$  и  $4,3 \pm 0,3$  мэкв/100 г соответственно, и слабо варьировало по горизонтам. Кислотность почвы снижалась с глубиной –  $pH_{KCl}$  в слое 0–100 см был пределах 5,16...6,36,  $N_{общ.}$  – 4,22...1,16 мэкв/100г. Содержание гумуса в метровом слое изменялось от 4,61 до 1,16%, подвижного  $P_2O_5$  – 170...45 мг/кг, обменного  $K_2O$  – 152...83 мг/кг.

Метеоусловия в период проведения исследований подробно описаны нами в работе [4]. Температурные характеристики вегетационных периодов 2011 и 2012 гг. мало различались между собой и были близки к среднесезонным показателям. При этом имели место значительные различия в условиях увлажнения. Количество осадков, выпавшее в июне 2011 г., было на 40% выше, чем в июне 2012 г. В июле и августе 2011 г. выпало соответственно в 7 и 2 раза больше осадков, чем в те же месяцы 2012 г.

Содержание кальция в кожуре и мякоти плодов съёмной зрелости определялось трилонометрическим методом [16] после сухого озоления при температуре 450°C и растворения золы в 20% HCl. Содержание калия – на пламенном фотометре [15]. Агрохимические показатели почвы определяли по стандартным методикам для серых лесных почв [15].

Математическая обработка результатов проводилась методом трёхфакторного дисперсионного анализа [16] с использованием программы TVA.

**Обсуждение результатов.** Содержание калия и кальция в мякоти и кожуре плодов сорта Имрус существенно различалось по годам. Одной из причин могла быть характерная для изучаемого сорта периодичность плодоношения. В 2011 г. плодоносили не все учётные деревья, в среднем по опыту урожай составил 2–3 кг с дерева. В 2012 г. средняя урожайность была 56 кг/дерево. В год с высоким урожаем кожура и мякоть плодов содержали достоверно меньше калия по сравнению с малоурожайным годом (табл. 1, 2). Содержание кальция в тканях плодов, в среднем по всем вариантам опыта, в урожайный год было достоверно выше (табл. 3, 4).

Таблица 1 – Содержание калия в мякоти плодов яблони сорта Имрус, мг/100 г сырой массы

Фактор В (калийный фон)	Фактор А (обработки H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> и CaCl <sub>2</sub> )	Фактор С (год)		Средние по фактору АВ (НСР <sub>0.05</sub> АВ = 8,34)	Средние по фактору В (НСР <sub>0.05</sub> В = 5,90)
		2011	2012		
Без калия	Контроль (обработка водой)	102,91	77,67	90,29	97,91
	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	114,19	89,48	101,83	
	CaCl <sub>2</sub>	107,55	101,97	104,76	
	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> + CaCl <sub>2</sub>	108,09	81,45	94,77	
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	149,40	83,16	116,28	100,71
	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	120,01	91,89	105,95	
	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + CaCl <sub>2</sub>	86,35	80,64	83,49	
	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> + CaCl <sub>2</sub>	104,64	89,64	97,14	
Средние по фактору С (НСР <sub>0.05</sub> С=4,17)		111,64	86,98	НСР <sub>0.05</sub> АВС =11,80	

Таблица 2 – Содержание калия в кожице плодов яблони сорта Имрус, мг/100 г сырой массы

Фактор В (калийный фон)	Фактор А (обработки H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> и CaCl <sub>2</sub> )	Фактор С (год)		Средние по фактору АВ (НСР <sub>0.05</sub> АВ = 16,21)	Средние по фактору В (НСР <sub>0.05</sub> В = 11,46)
		2011	2012		
Без калия	Контроль (обработка водой)	168,36	121,41	144,88	144,33
	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	146,77	115,38	131,07	
	CaCl <sub>2</sub>	162,26	132,30	147,28	
	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> + CaCl <sub>2</sub>	184,59	123,57	154,08	
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	157,95	124,74	141,34	141,75
	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	183,02	128,61	155,81	
	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + CaCl <sub>2</sub>	120,61	124,20	122,40	
	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> + CaCl <sub>2</sub>	163,00	131,94	147,47	
Средние по фактору С (НСР <sub>0.05</sub> С=8,10)		160,82	125,27	НСР <sub>0.05</sub> АВС =22,92	

Схема нашего опыта включает все возможные сочетания исследуемых веществ. Благодаря этому каждый компонент некорневой подкормки можно рассматривать как самостоятельный фактор и группировать варианты опыта, включающие обработку этим соединением, и варианты, где этот компонент отсутствует.

Используя этот подход, мы, при оценке содержания калия в плодах, разделяли варианты, где производилось опрыскивание собственно калийным удобрением (сульфатом калия), и варианты, в которых растения не получали калия в составе некорневой подкормки.

Аналогично, оценивая концентрацию кальция в плодах, мы выделяли как отдельный фактор (фактор В) наличие в некорневой подкормке хлористого кальция.

Присутствие сульфата калия в составе некорневой подкормки не гарантировало более высокого содержания калия в тканях плодов. Как видно из таблиц 1 и 2, средний уровень калия в кожице и мякоти плодов для вариантов, обработанных сульфатом калия, достоверно не отличался от среднего уровня калия в плодах, не получавших калийной подкормки (средние по фактору В).

В то же время мы наблюдали существенное влияние всех изучаемых соединений на концентрацию калия в мякоти плодов хотя бы в один год исследования.

Наиболее стабильное влияние на содержание калия в мякоти плодов оказывали опрыскивания борной кислотой. В малоурожайный 2011 г. содержание калия в мякоти при обработке борной кислотой было на 10% выше контроля. В год с высоким урожаем – на 15% выше.

При обработке хлористым кальцием достоверное увеличение концентрации калия в мякоти (на 31%) отмечено в урожайном 2012 году.

Обработка смесью борной кислоты и хлористого кальция в течение двух лет исследования не оказывала существенного влияния на уровень калия в мякоти.

Пятикратное опрыскивание яблони сорта Имрус сульфатом калия достоверно (на 45%) увеличивало концентрацию калия в мякоти плодов только в малоурожайном 2011 г. В этом же году, при сочетании сульфата калия с борной кислотой, либо с хлористым кальцием, уровень калия в мякоти был соответственно на 20 и 40% ниже, чем при обработке чистым сульфатом калия. По сравнению с контрольным вариантом опрыскивание смесью  $K_2SO_4 + H_3BO_3$  обеспечило достоверное увеличение показателя на 17%, а обработка сочетанием  $K_2SO_4 + CaCl_2$  – уменьшение на 16%.

В год с высоким урожаем (2012) обработка только калийным удобрением не оказала существенного влияния на концентрацию калия в мякоти плодов. Добавление к сульфату калия борной кислоты позволило увеличить этот показатель (на 19% выше контроля).

При опрыскивании смесью трёх изучаемых веществ содержание калия в мякоти плодов в малоурожайный год было на уровне контроля, а в высокоурожайный – на 15% выше.

Достоверное влияние некорневых подкормок на содержание калия в кожице плодов мы наблюдали только в малоурожайном 2011г. (табл. 2). В этот год максимальное содержание калия в кожице (183...184 мг/100 г сырой массы) обеспечивали опрыскивания смесями борной кислоты с хлористым кальцием, либо – с сульфатом калия. Концентрация калия в кожице при обработках отдельно борной кислотой или сульфатом калия была достоверно ниже, чем в этих смешанных вариантах (на 25 и 16% соответственно).

Минимальный уровень калия в кожице плодов в 2011 г. отмечен при опрыскивании смесью  $K_2SO_4 + CaCl_2$ . Этот показатель был достоверно ниже, чем при опрыскивании отдельно взятыми компонентами этой смеси, и достоверно ниже, чем в контрольном варианте.

Как уже было сказано, среднее по всем вариантам опыта содержание кальция в тканях плодов в урожайный год было достоверно выше. Если же рассматривать варианты опыта по отдельности, то следует отметить, что у плодов, обрабатываемых хлоридом кальция, содержание элемента в мякоти и кожице было достоверно выше в неурожайном году. Аналогичная особенность наблюдалась для кожицы плодов, обрабатываемых смесью сульфата калия и борной кислоты (табл. 3 и 4).

Как и в случае с обработкой калийным удобрением, присутствие в составе некорневой подкормки хлорида кальция не гарантировало увеличение содержания кальция в плодах. Средний уровень кальция в кожице и мякоти для плодов, получавших дополнительные количества элемента в составе некорневой подкормки, достоверно не отличался от уровня кальция в плодах, не обрабатываемых  $CaCl_2$  (табл. 3 и 4).

В течение двух лет исследования содержание кальция в мякоти плодов, опрыскиваемых борной кислотой, сульфатом калия и их сочетанием было на уровне контроля (табл. 3). Если же в составе некорневой подкормки присутствовал хлорид кальция, то в некоторых вариантах опыта мы наблюдали достоверные изменения этого показателя в большую или меньшую сторону в зависимости от года исследований.

Таблица 3 – Содержание кальция в мякоти плодов яблони сорта Имрус, мг/100 г сырой массы

Фактор В (кальциевый фон)	Фактор А (обработки $K_2SO_4$ и $H_3BO_3$ )	Фактор С (год)		Средние по фактору АВ ( $HCP_{0,05AB} = 1,23$ )	Средние по фактору В ( $HCP_{0,05B} = 0,87$ )
		2011	2012		
Без кальция	Контроль (обработка водой)	6,88	10,24	8,56	8,58
	$H_3BO_3$	8,53	9,07	8,80	
	$K_2SO_4$	7,66	9,17	8,42	
	$K_2SO_4 + H_3BO_3$	7,78	9,28	8,53	
$CaCl_2$	$CaCl_2$	10,08	6,89	8,51	8,40
	$CaCl_2 + H_3BO_3$	5,68	10,45	8,07	
	$CaCl_2 + K_2SO_4$	6,28	12,37	9,33	
	$CaCl_2 + K_2SO_4 + H_3BO_3$	5,91	9,49	7,70	
Средние по фактору С ( $HCP_{0,05C} = 0,62$ )		7,35	9,62	$HCP_{0,05ABC} = 1,74$	

Обработка яблони собственно кальциевым удобрением достоверно (на 46%) увеличивала концентрацию кальция в мякоти в малоурожайном 2011 г. Если же хлорид кальция в составе некорневой подкормки сочетался с борной кислотой, сульфатом калия, либо обоими этими веществами – содержание кальция в мякоти плодов в 2011 г. было на уровне контрольного варианта.

На следующий год, при высоком урожае, мякоть плодов, обработанных хлоридом кальция, содержала достоверно меньше элемента, чем в контроле. В том же году при опрыскивании смесями  $CaCl_2 + H_3BO_3$ ,  $CaCl_2 + K_2SO_4$  и  $CaCl_2 + K_2SO_4 + H_3BO_3$  концентрация кальция в мякоти плодов была существенно выше, по сравнению с обработкой только хлористым кальцием (на 52, 79 и 38% соответственно). В мякоти плодов, обработанных сочетанием  $CaCl_2 + K_2SO_4$ , в 2012 г. содержание кальция было на 20% выше, чем в контроле.

Достоверные различия по содержанию кальция в кожице плодов между контролем и вариантами опыта были отмечены только в год с низким урожаем (2011). В этот год кальция в кожице плодов содержалось существенно меньше при обработке сульфатом калия, чем на контроле (табл. 4).

Опрыскивание хлоридом кальция в 2011 г. не приводило к увеличению концентрации кальция в кожице. При обработке деревьев сочетанием  $CaCl_2 + K_2SO_4 + H_3BO_3$ , либо  $CaCl_2 + K_2SO_4$ , кальция в кожице плодов содержалось достоверно меньше, чем при опрыскивании только хлористым кальцием (на 26 и 35% соответственно). В последнем варианте изучаемый показатель был достоверно меньше, чем в контроле.

В 2012 г. самое низкое содержание кальция в кожице (16 мг/100г) было отмечено при обработке хлористым кальцием. При добавлении в состав удобрительной смеси борной кислоты, сульфата калия, либо обоих этих соединений концентрация кальция в кожице существенно увеличивалась (соответственно на 33, 36 и 26%).

Таблица 4 – Содержание кальция в кожце плодов яблони сорта Имрус, мг/100 г сырой массы

Фактор В (кальциевый фон)	Фактор А (обработки $K_2SO_4$ и $H_3BO_3$ )	Фактор С (год)		Средние по фактору АВ ( $HCP_{0,05}AB = 2,94$ )	Средние по фактору В ( $HCP_{0,05}B = 2,08$ )
		2011	2012		
Без кальция	Контроль (обработка водой)	18,84	19,63	19,23	18,42
	$H_3BO_3$	18,48	17,17	17,83	
	$K_2SO_4$	14,26	19,68	16,97	
	$K_2SO_4 + H_3BO_3$	21,78	17,49	19,64	
$CaCl_2$	$CaCl_2$	20,38	16,00	18,19	18,09
	$CaCl_2 + H_3BO_3$	16,68	21,23	18,95	
	$CaCl_2 + K_2SO_4$	13,30	21,87	17,64	
	$CaCl_2 + K_2SO_4 + H_3BO_3$	15,00	20,16	17,58	
Средние по фактору С ( $HCP_{0,05}C = 1,47$ )		17,34	19,15	$HCP_{0,05}ABC = 4,16$	

Проведённые нами исследования показали неоднозначное влияние некорневых подкормок на элементный состав плодов яблони. Прежде всего, следует отметить, что у изучаемого сорта Имрус некорневые подкормки влияли на содержание калия и кальция в мякоти плодов в оба года исследований, а на содержание этих элементов в кожце – преимущественно в малоурожайный год.

Известно, что калий более подвижен в растениях, чем кальций [1, 18]. Вероятно, этим можно объяснить, что почти все изучаемые в опыте вещества и их сочетания (за исключением варианта  $H_3BO_3 + CaCl_2$ ) оказывали достоверное влияние на концентрацию калия в тканях плодов, преимущественно увеличивая этот показатель.

Наблюдаемое увеличение содержания калия в тканях плодов сорта Имрус при опрыскивании борной кислотой и хлористым кальцием может свидетельствовать об усилении корневого поступления калия в растения. Дополнительное поступление кальция и бора в надземные органы растения при некорневых подкормках может влиять на интенсивность процессов синтеза и транспорта ассимилятов, что в свою очередь требует дополнительных количеств калия, потребляемого из почвы. Такое увеличение при некорневых подкормках концентрации поступающих из почвы элементов (например, азота, фосфора, магния) в плодах и листьях яблони показано в ряде исследований [11, 17].

В то же время, мы не наблюдали роста содержания кальция в плодах при опрыскивании борной кислотой и сульфатом калия. Вероятно, это можно связать со значительно меньшей подвижностью кальция в растениях, что затрудняет быстрое дополнительное поступление элемента в плоды либо из почвы, либо за счёт перераспределения между органами.

Многие авторы отмечают существенные различия между процессами поглощения питательных веществ корнями и поверхностью листьев [1, 18, 19]. Различия эти связаны, прежде всего, со свойствами поглощающей поверхности (отсутствие у корней воскового покрытия, кутикулы и защитного пектинового слоя), а также с концентрацией растворов, из которых поглощаются элементы, и с различной продолжительностью процессов поглощения. Поэтому некорректно применять для объяснения процессов поступления элементов в надземные органы растений при некорневых подкормках классические понятия *синер-*

гизма и антагонизма ионов, разработанные для описания процессов корневого поглощения. При этом, поскольку начальным этапом поступления питательных элементов в ткани листа является пассивное проникновение катионов через отрицательно заряженную кутикулу [4,18,19], мы вправе предположить возможность конкуренции катионов  $K^+$  и  $Ca^{2+}$ , при одновременном присутствии их в составе некорневой подкормки.

Это предположение отчасти подтверждается результатами анализа элементного состава плодов в малоурожайном 2011 г. Содержание калия в мякоти и кожице плодов в этот год при опрыскивании смесью хлористого кальция и сульфата калия было достоверно ниже, чем при обработках только калийным удобрением. Содержание кальция в тканях плодов при обработке смесью также было существенно меньше, чем в варианте с одним хлористым кальцием.

Результаты, полученные в высокоурожайном 2012 г., не столь однозначны. В этот год варианты с обработкой одним сульфатом калия и смесью  $K_2SO_4+CaCl_2$  не различались по содержанию калия в тканях плодов. А содержание кальция в мякоти и кожице при обработке только хлористым кальцием было значительно ниже, чем у плодов, обработанных смесью двух веществ.

Анион борной кислоты в составе некорневых подкормок не должен конкурировать с катионами  $K^+$  и  $Ca^{2+}$  на первых этапах проникновения в ткани растения. Тем не менее, уровень калия и кальция в тканях плодов, обработанных отдельно калийным, либо кальциевым удобрением существенно отличался от содержания соответствующих элементов в плодах обработанных смесями этих удобрений с борной кислотой.

В отношении калия мы наблюдали этот эффект только в малоурожайном году: в мякоти плодов, обработанных сульфатом калия, содержалось больше калия, чем в мякоти плодов, опрыскиваемых смесью  $K_2SO_4 + H_3BO_3$ , а для кожицы в этот год мы наблюдали противоположное соотношение. Вероятно, борная кислота оказывала влияние на транслокацию калия из кожицы в мякоть плодов.

При добавлении борной кислоты к хлористому кальцию в 2011 г. уровень кальция в кожице и мякоти плодов существенно уменьшался, по сравнению с опрыскиванием только хлористым кальцием. В 2012 г. наблюдался противоположный эффект.

Поскольку основной целью опрыскиваний кальцийсодержащими соединениями является увеличение содержания кальция в плодах, важно учитывать, что добавление других компонентов в удобрительную смесь может существенно снизить этот показатель.

Наши исследования показали, что влияние опрыскиваний парными сочетаниями борной кислоты, сульфата калия и хлористого кальция на содержание калия и кальция в кожице и мякоти плодов яблони существенно отличается от действия этих же веществ, применяемых по отдельности. Содержание калия и кальция в тканях плодов яблони при обработках смесью трёх изучаемых веществ также в ряде случаев достоверно отличалось от концентрации элементов в плодах, обработанных отдельными соединениями. При этом только в 2012 году в варианте, где сочетались три компонента, содержание калия в мякоти плодов было достоверно выше, чем в контроле. Содержание калия в кожице, а также содержание кальция в мякоти и кожице в оба года исследований при опрыскивании смесью  $CaCl_2+K_2SO_4+H_3BO_3$  были на уровне контроля.

**Заключение.** Наши исследования выявили неодинаковое влияние отдельных и совместных подкормок борной кислотой, сульфатом калия и хлористым кальцием на содержание калия и кальция в тканях плодов яблони. Сочетание двух и большего количества компонентов в составе некорневой подкормки могло как усиливать, так и ослаблять действие отдельных веществ. Эффективность влияния отдельных вариантов опыта зависела от нагрузки деревьев урожаем.

### Литература

1. Трунов, Ю.В. Минеральное питание и удобрение яблони / Ю.В. Трунов. – Мичуринск: ВНИИС, 2010. – 400 с.
2. Fageria, N.K. Foliar fertilization of Crop Plants / N.K. Fageria, M.P. Barbosa Filho, A. Moreira, C.M. Guimarães // *Plant Nutrition*. – 2009. – Vol. 32, Issue 6. – p. 1044-1064.
3. Dybing, C.D. Foliar penetration of chemicals / C.D. Dybing, H.B. Currier // *Plant Physiology*. – 1961. – N 36. – p. 169-174.
4. Middleton, J.L. The uptake of inorganic ions by plant leaves / J.L. Middleton, J. Sanderson // *Experimental Botany*. – 1965. – N 16. – p. 197-215.
5. Кондаков, А.К. Удобрение плодовых деревьев, ягодников, питомников и цветочных культур / А.К. Кондаков. – Мичуринск, 2007. – 327 с.
6. Stiles Warren, C. Orchard Nutrition Management / C. Stiles Warren, W. Shaw Reid // *Cornell Cooperative Extension. Information Bulletin 219*. – Jun 1991. – 23 p.
7. Кузин, А.И. Формирование некоторых компонентов продуктивности у яблони при использовании некорневых подкормок / А.И. Кузин, Ю.В. Трунов, Н.С. Вязьмикина, А.Н. Белоусов // *Научный журнал КубГАУ, [Электронный ресурс]: 2013. – № 88 (04).* – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/47.pdf>.
8. Трунов, Ю.В. Химический состав яблок при некорневых подкормках минеральными удобрениями и биостимулятором роста Эдагум / Ю.В. Трунов, Е.М. Цуканова, Е.Н. Ткачёв, О.А. Грезнёв, Н.Н. Сергеева, Н.И. Ненько, Ю.Ф. Якуба // *Сельскохозяйственная биология*. – 2012. – №1. – С. 93-97.
9. Jivan, C. Relationship between tree nutritional status and apple quality / C. Jivan, F. Sala *Hort.Sci. (Prague)*. – 2014. – Vol. 41. – p.1-9.
10. Amiriac, Mohammad E. Influence of Foliar and Ground Fertilization on Yield, Fruit Quality, and Soil, Leaf, and Fruit Mineral Nutrients in Apple / Mohammad E. Amiriac, Esmail Fallahib, Ahmad Golchina // *Plant Nutrition*. – 2008. – Vol 31, Issue 3. – p. 515-525.
11. Khalifa, R.Kh.M. 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 / R.Kh.M. Khalifa, Omaima, M. Hafez, H. Abd-El-Khair / *Agricultural Sciences*. – 2009. – Vol. 5. – N 2. – p. 237-249.
12. Peryea, Frank J. Boron Maintenance Sprays for Apple: Early-season Applications and Tank-mixing with Calcium Chloride / Frank J. Peryea, D. Neilsen, G. Neilsen // *HortScience*. – 2003. – Vol.38. – N 4. – p. 542-546.
13. Wojcika, P. Yield and “Jonagold” apple fruit quality as influenced by spring sprays with commercial Rosatop material containing calcium and boron/ P. Wojcika // *Plant Nutrition*. – 2002. – Vol. 25, Issue 5. – p. 999-1010.
14. Wojcika, P. Effect of Postharvest Sprays of Boron and Urea on Yield and Fruit Quality of Apple Trees / P. Wojcika // *Plant Nutrition*. – 2006. – Vol. 29, Issue 3. – p. 441-450.
15. Минеев, В.Г. Практикум по агрохимии / В.Г. Минеев, Е.П. Дурьнина, А.В. Кочетавкин, Н.Ф. Гомонова, Н.К. Грачева, Г.А. Соловьев, Т.Н. Большеева, И.Б. Савельев. – М.: МГУ, 1989. – 304 с.
16. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агрохимиздат, 1985. – 351 с.
17. Леоничева, Е.В. Накопление магния в плодах яблони при некорневых подкормках / Е.В. Леоничева, Т.А. Роева, Л.И. Леонтьева, О.А. Ветрова // *Современное садоводство – Contemporary horticulture [Электронный ресурс]*. – 2014. – №2. – Режим доступа: <http://www.journal.vniispk.ru>
18. Ронен, Е. Некорневые подкормки – способ обеспечения растений элементами питания / Е. Ронен // *Гавриш*, 2008. – №3. – С.17-21.
19. Franke, W. Mechanisms of foliar penetration of solutions / W. Franke // *Annual Review of Plant Physiology*. – 1967. – N18. – p. 281-300.