

УДК 634.737:581.5:581.522.4(476)

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕКОРНЕВОГО ВНЕСЕНИЯ МАКРО-МИКРОЭЛЕМЕНТНЫХ ХЕЛАТНЫХ УДОБРЕНИЙ «КОМПЛЕМЕТ» НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛОДОВ ЯБЛОНИ

Ж.А. Рупасова¹, Т.В. Рябцева²

¹ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»,

ул. Сурганова, 2в, г. Минск, 220012, Беларусь,

e-mail: rupasova@basnet.by

²РУП «Институт плодоводства»,

ул. Ковалёва, 2, аг. Самохваловичи, Минский район, 223013, Беларусь,

e-mail: belhort@it.org.by

РЕЗЮМЕ

В статье представлены результаты исследования ответной реакции 6 модельных сортов яблони разных сроков созревания на действие макро-микроэлементных хелатных удобрений «КомплеМет» на основании выявленных изменений в содержании в них сухих и пектиновых веществ, свободных органических и аскорбиновой кислот, растворимых сахаров, пектиновых веществ и макроэлементов (азот, фосфор, калий). Показано позитивное действие обработок на питательную и витаминную ценность плодов, проявившееся в значительно большей степени на позднезимних сортах, нежели на осеннем и раннезимнем. Наиболее значительными преимуществами в биохимическом составе плодов в вариантах с обработкой, по сравнению с контролем, характеризовались сорта *Алеся* и *Вербная*, наименьшими – сорт *Белорусское сладкое*. По степени улучшения качества плодов все сорта яблони существенно уступали сорту *Алеся* в 2,2-11,4 раза, при наименьших различиях у сорта *Вербная* и наибольших – у сорта *Белорусское сладкое*.

Ключевые слова: яблоня, сорта, некорневое внесение, хелатные удобрения, биохимический состав плодов, органические кислоты, растворимые сахара, пектиновые вещества, макроэлементы, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

В мировой практике сельского хозяйства всё большее внимание уделяется хелатным формам удобрений, которые содержат элементы минерального питания в доступной для растений форме и обеспечивают их эффективное усвоение [4, 6-10, 19, 20, 24, 35, 40-48, 61].

Хелаты (от латинского слова *chelate* – клешня) – это внутрикомплексные или циклические комплексные соединения (кleshневидные комплексные соединения), образующиеся при взаимодействии ионов металлов с полидентатными (имеющими несколько донорных центров) лигандами. Хелаты содержат центральный ион – комплексообразователь и координированные вокруг него лиганды, что позволяет стабилизировать ионы металлов с помощью молекул органических кислот. Хелатные удобрения представляют собой водорастворимые соли органических кислот – комплексообразователей: диэтилентриаминпентауксусной – ДТПА; оксиэтинидендифосфоновой – ОЭДФ, этилендиаминтераацетатной – ЭДТА. По своей структуре хелаты микроэлемент-

тов близки к природным комплексонам на основе полифосфатов. Например, ОЭДФ в листьях растений под действием света разлагается до ацетатов и фосфатов, используемых растениями в качестве питания [11, 30, 34].

Хелатные удобрения обладают рядом ценных свойств: они хорошо растворимы в воде, практически не токсичны, хорошо адсорбируются на поверхности листьев и в почве, усваиваются на 80-90 %, тогда как минеральные удобрения лишь на 20-40 %. В водных средах хелатные соединения, как правило, не диссоциируют на ионы и длительное время не разрушаются микроорганизмами; обладают высокой устойчивостью в широком диапазоне значений рН, за счёт чего хорошо сочетаются с различными пестицидами, нормы которых можно сократить до 30 %, т. к. они действуют синергетически. Хелатные удобрения при внесении в почву способствуют переводу недоступных форм микроэлементов в подвижные формы, вследствие чего, в отличие от минеральных солей, они практически не закрепляются в почвенном поглощающем комплексе (ППК) и длительное время остаются доступными для растений [3, 5, 19, 20, 25, 26, 29, 34].

Общеизвестно, что усиление минерального питания способствует активизации ростовых и биопродукционных процессов возделываемых культур, но вместе с тем оказывает определенное воздействие на качество производимой продукции: выход плодов по товарным сортам, биохимический состав [1, 2, 4, 6-9, 13, 19, 20, 22, 23, 25, 29, 30-35, 39-55, 57-62].

В литературе встречаются противоречивые сведения о влиянии удобрений, в том числе и хелатных, на биохимический состав ряда культур [3, 4, 8, 10, 11]. Так, по материалам Северо-Кавказского зонального НИИ садоводства и виноградарства, при возделывании яблони на выщелоченном черноземе центральной зоны Краснодарского края в условиях сезона 2000 г. применение некорневых подкормок «Растворином» марок А₁ и Б₁ (хелатные формы удобрений) позволило получить прибавку урожая плодов, в зависимости от сорта, в размере 2,1-4,7 т/га, и в период съемной зрелости значительно увеличить содержание в них общего азота без снижения их лежкоспособности. При этом в период потребительской зрелости плодов в феврале 2001 г. не было выявлено существенных различий с контролем в их биохимическом составе [20].

По данным К. Скупень [55], на культуре аронии (*Aronia melanocarpa* (Mich) Eliot) в опыте с 4-вариантной схемой: 1) контроль (без внесения удобрений); 2) 14%-ный раствор хелата марганца; 3) щелочное удобрение (40 г N-NH₂+360 г K₂O+15 г SiO₂); 4) комбинированный препарат (хелат марганца+щелочное удобрение) шестикратное некорневое внесение испытываемых препаратов оказало негативное влияние на биохимический состав плодов, что проявилось в снижении относительно контроля содержания в них растворимых сухих веществ, сахаров, аскорбиновой и галловой кислот, а также полифенолов, тогда как титруемая кислотность оказалась выше.

Исследованиями А.А. Боровковой [2] установлено, что на типичном черноземе лесостепи Заволжья внесение хелатного удобрения ЖУСС в посевах кукурузы, в сравнении с неудобренным агрофоном, обусловило увеличение площади листовой поверхности на 6,2-12,2 %, а при совместном внесении с минеральными удобрениями – на 17,0-18,5 %. Наряду с этим оно оказало позитивное влияние на биохимический состав растений, что проявилось в увеличении содержания в них сухих веществ, сахаров, липидов и протеинов при снижении содержания клетчатки. В вариантах опыта с применением препарата ЖУСС отмечено увеличение коэффициента использования азота из минеральных удобрений на 4,5-13,5 %, фосфора – на 4,4-9,9 %, калия – на 3,4-43,2 %. По сравнению с неудобренным фоном отдельное внесение препарата ЖУСС увеличило урожайность зеленой массы кукурузы на 30,4 %, содержание в ней сухих веществ – на

11,9-14,2 %, перевариваемого протеина – на 12,6-21,6 %, выход кормовых единиц – на 8,7-12,6 %, КПЕ – на 11,4-15,9 %, а обеспеченность кормовой единицы перевариваемым протеином – на 3,8-7,4 %. Совместное же внесение полного минерального удобрения с КАС и ЖУСС повысило урожайность зелёной массы кукурузы на 40,5 %, увеличило содержание в ней сухих веществ на 45,5-64,1 %, перевариваемого протеина – на 55,0-95,0 %, выход кормовых единиц – на 48,3-71,1 %, КПЕ – на 52,2-78,3 %, обеспеченность кормовой единицы перевариваемым протеином – на 8,3-12,3 %.

По данным В.В. Тихонова [24], на аллювиальной почве Прикубанской зоны Краснодарского края, 5-кратные некорневые подкормки яблони хелатом кальция в дозе 1 л/га способствовали улучшению товарных качеств плодов, увеличению продолжительности их хранения и обеспечили рост рентабельности производства продукции пяти испытывавшихся сортов яблони: Айдаред – на 314-405 %; Джонаголд – на 308-372 %; Голден Делишес – на 367-612 %; Гала – на 367-612 % и Фуджи – на 239-250 %.

В Беларуси оценку эффективности различных видов хелатных микроудобрений «КомплеМет» осуществляли на культуре сахарной свеклы в РУП «Институт почвоведения» [26]. Результаты этих исследований показали, что в зависимости от сочетания и доз данных удобрений двукратная некорневая подкормка ими обеспечила, в сравнении с фоновым вариантом, прибавку урожая корнеплодов на 24-41 ц/га при повышении их сахаристости на 0,7-1,0 %.

В связи с совершенствованием в условиях Беларуси агротехники возделывания культуры яблони в плане оптимизации режима минерального питания представляется целесообразным привлечение в практику плодоводства наиболее прогрессивных агроприёмов, одним из которых являются некорневые обработки растений хелатными удобрениями «КомплеМет».

В этой связи особо важное научное и практическое значение обретает исследование в опытной культуре сортовых особенностей ответной реакции возделываемых растений на использование данного вида удобрений по изменениям в биохимическом составе плодов по ряду наиболее значимых показателей, определяющих их вкусовые свойства, а также питательную и витаминную ценность.

МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевой опыт по изучению поэтапного некорневого внесения хелатных макро-микроудобрений «КомплеМет» на рост, урожайность, товарное качество плодов и их биохимический состав проводили на протяжении вегетационных периодов 2010 и 2011 гг. в плодоносящих садах РУП «Институт плодоводства». Сад 2001 года посадки заложен весной однолетними сортами яблони *Лучезарное*, *Вербнае* и *Заславское* на среднерослом подвое ММ 106 со схемой размещения двух первых сортов 4,5 x 2 м (1110 дер./га), третьего – 4,5 x 3 м (740 дер./га). Сад 2000 года посадки заложен весной однолетними саженцами сортов яблони *Белорусское сладкое* и *Надзейны* на полукарликовом подвое 57-545 со схемой размещения 4,5 x 2 м (1110 дер./га). Сад 1998 года посадки заложен весной однолетними саженцами сорта яблони *Алеся* на среднерослом подвое ММ 106 со схемой размещения 4,5 x 2 м (1110 дер./га).

Состав, этапы, дозы и цели внесения испытывавшихся на культуре яблони макро-микроэлементных хелатных удобрений «КомплеМет» обозначены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Этапы и дозы некорневого внесения хелатных удобрений «КомплеМет»

Фаза развития плодовой почки, дата внесения	Препарат	Доза, л/га	Цель внесения
Набухание - начало роста	КомплеМет-Fe, Zn	2	Повышение морозоустойчивости, профилактика мелколистности, розеточности и хлороза
Распускание почек	КомплеМет-В	2	Профилактика опробковения у плодов
Выдвижение соцветия - обособление бутонов	КомплеМет-СО	4	Улучшение общего состояния деревьев, морозоустойчивости и цветения
Опадение лепестков	КомплеМет-В	2	Удержание завязи, профилактика опробковения у плодов
Завязывание плодов	КомплеМет-СО	4	Улучшение общего состояния деревьев, оптимизация закладки плодовых почек будущего урожая
Смыкание чашелистиков	КомплеМет-Са	4	Профилактика развития горькой ямчатости, Джонотановой пятнистости, побурения кожицы и мякоти, стекловидности и пухлости мякоти, растрескивания кожицы. Обеспечение лучшей сохранности плодов
Рост и развитие плода величиной с лесной орех	КомплеМет-Са	4	
Рост плодов (через 10-14 дней после предыдущей обработки)	КомплеМет-Са	5	
	КомплеМет-Са	6	
Рост плодов – конец июля, начало августа	КомплеМет-Р, К	2	Улучшение качества плодов: повышение содержания сахара, лучшее окрашивание и лежкость. Улучшение вызревания тканей
Рост плодов (через 10-14 дней после предыдущей обработки кальцием)	КомплеМет-Са	7	Профилактика развития горькой ямчатости, Джонотановой пятнистости, побурения кожицы и мякоти, стекловидности и пухлости мякоти, растрескивания кожицы. Обеспечение лучшей сохранности плодов
	КомплеМет-Са	7	
После уборки урожая (октябрь)	КомплеМет-В Карбамид (кг/га)	2 (50)	Создание запаса бора под урожай будущего года и профилактика развития парши
После уборки урожая (октябрь)	КомплеМет-Fe, Zn	2	Создание запаса железа для профилактики хлороза в следующем году. Повышение зимостойкости и морозоустойчивости

*Норма расхода рабочей жидкости на 1 га плодоносящего сада – 800-1000 л/га.
 **Некорневые обработки проводили в вечерние и ранние утренние часы при температуре воздуха $\leq +10$ °С в безветренную погоду и как минимум за 2 часа до дождя.

Таблица 2 – Содержание химических элементов в хелатных удобрениях «КомплеМет», %

Препарат	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	MgO	CaO	Fe	Zn	Cu	B	Mn	Na	Mo	Co
КомплеМет - СО	4,5	9,9	9,2	0,2				1,5	0,9	0,45	1,0		0,015	0,005
КомплеМет - Са	10,5			0,3	3,0	21,0	0,03	0,075	0,045	0,025	0,05		0,015	0,0005
КомплеМет - Fe		7,6	10,1				3,0					1,5		
КомплеМет - Zn		6,5	9,0					3,0				2,2		
КомплеМет - Fe, Zn		5,7	14,0				1,5	1,5				1,6		
КомплеМет - В	4,0									11,0				
КомплеМет - Р К		21	26											
КомплеМет - Р, К, Mg		28	50		5									

В качестве объектов исследований были привлечены плоды 6 модельных сортов яблони, различающихся сроками созревания плодов – *Лучезарное* (из осенних), *Белорусское сладкое* (из раннезимних), *Алеся*, *Вербнае*, *Заславское* и *Надзейны* (из позднезимних), возделываемых в условиях опытной культуры без использования удобрений

«КомплеМет» (контроль), а также на фоне их применения. Полагая, что исследуемые объекты интегрально отражают характерные особенности представляемых ими групп сортов, можно считать их достаточно репрезентативными, что допускает экстраполяцию получаемых выводов на представителей других сортов из этих групп.

Отбор образцов плодов яблони для проведения биохимических исследований осуществляли в соответствии с методиками [11, 15-17, 35]. Исследование биохимического состава плодов проводили по общепринятым методам [12, 14, 18, 27, 28 32, 33]. Все аналитические определения выполнены в 3-кратной повторности. Статистическую обработку данных проводили с использованием стандартных методов вариационной статистики и программы Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По нашим оценкам, приведенным в таблице 3, плоды исследуемых сортов яблони в контрольном варианте опыта характеризовались сходным содержанием сухих веществ, варьировавшимся в таксономическом ряду в диапазоне значений от 10,3 % у сорта *Заславское* до 14,7 % у сорта *Алеся*. Аналогичные диапазоны изменения в сухой массе плодов содержания свободных органических и аскорбиновой кислот оказались значительно шире и соответствовали областям значений от 1,34 % у сорта *Белорусское сладкое* до 12,32 % у сорта *Лучезарное* и от 49,1 мг/100 г у сорта *Надзейны* до 98,7 мг/100 г у сорта *Вербнае*, что свидетельствовало о наличии выраженных генотипических различий по этим признакам. Вместе с тем обработка растений макро-микроэлементными хелатными удобрениями «КомплеМет» вызвала неоднозначную ответную реакцию у исследуемых сортов яблони в плане изменения биохимического состава их плодов, на что указывали существенные межвариантные различия анализируемых признаков, приведенные в таблице 4.

Таблица 4 – Относительные различия с контролем содержания сухих веществ и органических кислот (в сухой массе) в плодах модельных сортов яблони при обработке растений макро-микроэлементными хелатными удобрениями «КомплеМет», %

Сорт	Сухие вещества	Органические кислоты	
		титруемые	аскорбиновая
<i>Лучезарное</i>	+32,5	-29,1	-11,8
<i>Белорусское сладкое</i>	+16,5	-16,4	+14,9
<i>Алеся</i>	-	+10,8	+13,1
<i>Вербнае</i>	-6,1	-15,0	+11,7
<i>Заславское</i>	+37,9	-12,4	-33,2
<i>Надзейны</i>	+12,4	-19,4	+5,7

Прочерк означает отсутствие статистически достоверной разницы с контролем по критерию Стьюдента t , при уровне значимости p 0,05.

Оказалось, что усиление минерального питания обусловило значительное (на 12-38 %) увеличение в плодах большинства сортов яблони содержания сухих веществ, что могло свидетельствовать об активизации в них биосинтеза различных органических соединений, обладающих рядом полезных свойств, при наиболее выраженном эффекте у сортов *Лучезарное* и особенно *Заславское*. При этом для сорта *Алеся* не было выявлено сколь-либо значимых различий с контролем в содержании в плодах сухих веществ, а для сорта *Вербнае* было показано на 6 % более низкое их содержание в варианте с обработкой.

Под действием испытывавшегося агротехнического приёма в плодах абсолютного большинства сортов яблони был выявлен однотипный характер изменения относительно контроля содержания свободных органических кислот – его снижение на 12-29 %, наиболее выраженное у сорта *Лучезарное*, что могло косвенно свидетельствовать об улучшении их органолептических свойств. Лишь в единичном случае – в плодах сорта *Алеся* наблюдалась противоположная этой картина – увеличение содержания титруемых кислот на 11 %. У большинства сортов яблони были отмечены также однотипные по направленности изменения в содержании в плодах аскорбиновой кислоты, заключающиеся, в отличие от свободных органических кислот, в его увеличении по сравнению с контролем на 6-15 %. Наиболее выразительно данные изменения проявились в плодах сортов *Алеся* и *Белорусское сладкое*. Вместе с тем у двух сортов – *Лучезарное* и в большей степени *Заславское* имело место снижение относительно контроля содержания в плодах аскорбиновой кислоты на 12 и 33 % соответственно, что указывало на ингибирование в них С-витаминной активности под действием испытывавшихся удобрений.

Плоды исследуемых сортов яблони в контрольном варианте опыта заметно различались по содержанию растворимых сахаров, варьировавшемуся в таксономическом ряду в их сухой массе в довольно широком диапазоне значений – от 59,3 % у сорта *Надзейны* до 80,7 % у сорта *Белорусское сладкое* (таблица 5). Еще более широким оказался подобный диапазон изменений показателя сахарокислотного индекса, определяемого соотношением количеств растворимых сахаров и свободных органических кислот – от 5,1 у сорта *Лучезарное* до 60,2 у наиболее сахаристого сорта *Белорусское сладкое*. Ответная реакция модельных сортов яблони на действие испытывавшихся удобрений в углеводном пуле плодов оказалась неоднозначной.

Так, достоверное увеличение содержания в них растворимых сахаров на 12-14 % относительно контроля отмечено у всех позднезимних сортов, за исключением сорта *Вербнае*, у которого, как и у осеннего сорта *Лучезарное*, не было выявлено сколь-либо значимых различий с контролем по данному признаку (таблица 6). При этом лишь в единичном случае – у раннезимнего сорта *Белорусское сладкое* наблюдалось весьма заметное (более чем на 12 %) снижение содержания в плодах растворимых сахаров. Вместе с тем показанное выше в вариантах с обработками преимущественное обеднение плодов свободными органическими кислотами обусловило весьма значительное (на 24-40 %) увеличение, по сравнению с контролем, показателя сахарокислотного индекса плодов большинства сортов яблони, в том числе осеннего сорта *Лучезарное*, а также всех позднезимних сортов, за исключением сорта *Алеся*, у которого под действием испытывавшихся удобрений наблюдалось одновременное усиление накопления и титруемых кислот, и растворимых сахаров, что обусловило отсутствие различий с контролем по данному признаку. Отсутствием подобных различий характеризовался также раннезимний сорт *Белорусское сладкое*, в плодах которого, в отличие от предыдущего сорта, имело место не увеличение, а сходное по относительным размерам снижение содержания данных соединений.

Как и следовало ожидать, плоды исследуемых сортов яблони характеризовались значительным содержанием пектиновых веществ, изменявшимся в их сухой массе в контрольном варианте опыта от 6,5 % у сорта *Надзейны* до 9,9 % у сорта *Лучезарное* (таблица 5). Доминирующее положение в пектиновом комплексе плодов яблони, как и других плодовых культур, принадлежало нерастворимому пектину, на долю которого приходилось от 74 % у сорта *Надзейны* до 85 % у сортов *Лучезарное* и *Заславское* и содержание которого составляло 4,8-8,5 %. При этом содержание гидропектина, уступавшее таковому протопектина в 2,9-5,7 раза, варьировалось в таксономическом ряду в сравнительно узком диапазоне значений – от 1,2 % у сорта *Заславское* до 1,7 % у сорта *Белорусское сладкое*.

Таблица 3 – Содержание сухих веществ и органических кислот (в сухой массе) в плодах модельных сортов яблони в контроле и при обработке растений макро-микрорезлементными хелатными удобрениями «КомплеМет»

Сорт	Вариант опыта	Сухие вещества, %		Органические кислоты	
		M±m		M±m	
		t _k	t _k	титруемые, %	аскорбиновая, мг/100 г
<i>Лучезарное</i>	контр.	12,3±0,3	12,32±0,09		72,0±1,6
	вар. с обр.	16,3±0,5	8,74±0,05	6,30*	63,5±1,3
<i>Белорусское сладкое</i>	контр.	12,7±0,1	1,34±0,04		87,2±1,6
	вар. с обр.	14,8±0,4	1,12±0,04	5,85*	100,2±1,4
<i>Алеся</i>	контр.	14,7±0,1	5,56±0,07		88,7±1,4
	вар. с обр.	14,3±0,3	6,16±0,06	-1,50	100,3±1,1
<i>Вербнае</i>	контр.	13,1±0,1	6,38±0,04		98,7±1,2
	вар. с обр.	12,3±0,2	5,42±0,11	-3,56*	110,2±0,8
<i>Заславское</i>	контр.	10,3±0,2	8,40±0,09		86,2±1,5
	вар. с обр.	14,2±0,1	7,36±0,08	19,06*	57,6±1,6
<i>Надзеiny</i>	контр.	12,9±0,2	9,38±0,04		49,1±0,6
	вар. с обр.	14,5±0,1	7,56±0,04	7,55*	51,9±0,6

Статистически достоверная разница с контролем с критерием по критерию Стьюдента **t** при уровне значимости **p** 0,05.

Таблица 5 – Содержание растворимых сахаров и пектиновых веществ в сухой массе плодов модельных сортов яблони в контроле и при обработке растений макро-микрорезлементными хелатными удобрениями «КомплеМет»

Сорт	Вариант опыта	Растворимые сахара, %	Сахароакислотный индекс	Гидропектин, %	Протопектин, %	Сумма пектиновых веществ, %	Отношение протопектина к гидропектину (п/г)
<i>Лучезарное</i>	контроль	62,7±1,3	5,1±0,1	1,48±0,01	8,46±0,08	9,94±0,06	5,7±0,1
	КомплеМет	61,3±1,3	7,0±0,2	1,51±0,01	8,43±0,02	9,93±0,01	5,6±0,1
<i>Белорусское сладкое</i>	контроль	80,7±1,3	60,2±0,8	1,74±0,03	5,78±0,02	7,52±0,03	3,3±0,1
	КомплеМет	70,7±1,3	63,5±3,2	0,99	4,99±0,04	6,77±0,03	2,8±0,1
<i>Алеся</i>	контроль	69,3±1,3	12,5±0,3	1,61±0,02	5,83±0,03	7,44±0,01	3,6±0,1
	КомплеМет	79,3±1,3	12,9±0,1	1,29	6,69±0,16	8,40±0,14	3,9±0,1
<i>Вербнае</i>	контроль	65,3±1,3	10,2±0,2	1,57±0,02	5,70±0,06	7,27±0,04	3,6±0,1
	КомплеМет	68,0±2,3	12,6±0,4	4,73*	6,13±0,05	7,82±0,03	3,6±0,1
<i>Заславское</i>	контроль	61,3±1,3	7,3±0,2	1,19±0,02	6,23±0,05	7,42±0,03	5,3±0,1
	КомплеМет	69,3±1,3	9,6±0,3	5,44*	6,77±0,11	8,14±0,14	4,9±0,1
<i>Надзеiny</i>	контроль	59,3±1,2	6,3±0,4	1,65±0,01	4,83±0,09	6,48±0,01	2,9±0,03
	КомплеМет	66,7±1,3	8,8±0,2	7,68*	5,46±0,06	7,25±0,02	3,1±0,1

Статистически значимая разница с контролем с критерием по критерию Стьюдента **t** при уровне значимости **p** 0,05.

Обработка растений хелатными удобрениями «КомплеМет» оказала стимулирующее действие на накопление пектиновых веществ в плодах только позднезимних сортов яблони, что подтверждают данные таблицы 6. Так, в варианте с обработкой их общее содержание в плодах возросло, по сравнению с таковым в контроле, на 8-13 %, при наибольшем эффекте у сортов *Надзейны* и *Алеся*, в плодах которых отмечена более выраженная активизация биосинтеза протопектина, нежели гидропектина (на 13 % и 15 % соответственно против 8 % и 6 %). В отличие от данных сортов, у сорта *Заславское* более выраженными различиями с контролем были отмечены параметры накопления в плодах гидропектина, нежели протопектина (15 % и 9 % соответственно), причём в единичном случае – у сорта *Вербнае* активизация накопления обеих фракций пектиновых веществ относительно контроля оказалась идентичной. При этом выявленные изменения в составе пектинового комплекса плодов позднезимних сортов яблони под действием испытывавшихся удобрений не повлияли на соотношение в нем количеств прото- и гидропектина.

Таблица 6 – Относительные различия с контролем содержания растворимых сахаров и пектиновых веществ в сухой массе плодов модельных сортов яблони при обработке растений макро-микроэлементными хелатными удобрениями «КомплеМет», %

Сорт	Растворимые сахара	Сахарокислотный индекс	Гидропектин	Протопектин	Сумма пектиновых веществ	Соотношение протопектина к гидропектину
<i>Лучезарное</i>	-	+37,3	-	-	-	-
<i>Белорусское сладкое</i>	-12,4	-	-	-13,7	-10,0	-15,2
<i>Алеся</i>	+14,4	-	+6,2	+14,8	+12,9	-
<i>Вербнае</i>	-	+23,5	+7,6	+7,5	+7,6	-
<i>Заславское</i>	+13,1	+31,5	+15,1	+8,7	+9,7	-
<i>Надзейны</i>	+12,5	+39,7	+8,5	+13,0	+11,9	-

Прочерк означает отсутствие статистически достоверной разницы с контролем по критерию Стьюдента t при уровне значимости p 0,05.

Вместе с тем в плодах осеннего и раннезимнего сортов яблони был установлен несколько иной характер влияния испытывавшегося агроприёма на накопление пектиновых веществ. Так, у сорта *Лучезарное* в данном случае не было выявлено сколько-либо значимых различий с контролем ни по общему содержанию последних, ни по соотношению в них количеств прото- и гидропектина. Что же касается сорта *Белорусское сладкое*, то у него наблюдалось заметное (на 10 %) обеднение плодов пектиновыми веществами, главным образом, за счет ингибирования на 14 % биосинтеза нерастворимого пектина при отсутствии достоверного влияния обработок на содержание в них гидропектина. Это, в свою очередь, обусловило сужение соотношения их количеств на 15 % по сравнению с контролем.

Поскольку в состав испытывавшихся удобрений входили основные элементы питания, следовало ожидать определенного влияния проводившихся обработок на содержание в плодах макроэлементов. Как следует из таблицы 7, плоды модельных сортов яблони в контрольном варианте опыта характеризовались весьма незначительным содержанием в сухой массе азота и фосфора, варьирующимся в таксономическом ряду в диапазонах значений 0,36-0,50 % и 0,21-0,26 % соответственно. Но вместе с тем отличались довольно высоким содержанием калия, составлявшим 0,85-1,26 %. При этом наибольшее накопление двух первых элементов было отмечено в плодах сорта *Заславское*, тогда как третьего элемента – в плодах сорта *Лучезарное*.

Таблица 7 – Содержание макроэлементов в сухой массе плодов модельных сортов яблони в контроле и при обработке растений макро-микроэлементными хелатными удобрениями «КомплеМет, %

Сорт	Вариант	Азот		Фосфор		Калий	
		M±m	t _k	M±m	t _k	M±m	t _k
<i>Лучезарное</i>	контроль	0,38±0,01		0,24±0,01		1,26±0,01	
	КомплеМет	0,44±0,01	8,50*	0,22±0,01	-3,50*	1,24±0,03	-0,82
<i>Белорусское сладкое</i>	контроль	0,38±0,01		0,21±0,01		1,09±0,01	
	КомплеМет	0,36±0,01	-7,00*	0,27±0,01	17,00*	1,13±0,01	3,10*
<i>Алеся</i>	контроль	0,39±0,01		0,22±0,01		1,09±0,01	
	КомплеМет	0,43±0,01	8,49*	0,24±0,01	3,46*	1,01±0,01	-4,90*
<i>Вербная</i>	контроль	0,36±0,01		0,23±0,01		0,85±0,01	
	КомплеМет	0,43±0,01	14,85*	0,26±0,01	8,00*	1,09±0,01	14,70*
<i>Заславское</i>	контроль	0,50±0,01		0,26±0,01		1,17±0,01	
	КомплеМет	0,51±0,01	2,00	0,28±0,01	4,24*	1,09±0,01	-4,90*
<i>Надзейны</i>	контроль	0,38±0,01		0,23±0,01		1,05±0,01	
	КомплеМет	0,38±0,01	0	0,26±0,01	6,36*	0,75±0,01	-20,88*

Статистически достоверная разница с контролем по критерию Стьюдента **t** при уровне значимости **p 0,05**.

Обработка растений хелатными удобрениями «КомплеМет» в разной степени повлияла на макроэлементный состав плодов модельных сортов яблони, что подтверждают данные таблицы 8. В частности, ожидаемое увеличение относительно контроля содержания в них азота имело место лишь у трех объектов – осеннего сорта *Лучезарное* и двух позднезимних сортов *Алеся* и *Вербнае* – и составляло 10-19 %, тогда как у остальных позднезимних сортов яблони сколь-либо выраженных изменений в содержании в плодах данного элемента выявлено не было, а у раннезимнего сорта *Белорусское сладкое* даже имело место, хотя и незначительное (в пределах 5 %), но все же достоверное снижение его содержания.

Таблица 8 – Относительные различия с контролем содержания макроэлементов в сухой массе плодов модельных сортов яблони при обработке растений макро-микроэлементными хелатными удобрениями «КомплеМет», %

Сорт	Азот	Фосфор	Калий
<i>Лучезарное</i>	+15,8	-8,3	-
<i>Белорусское сладкое</i>	-5,3	+28,6	+3,7
<i>Алеся</i>	+10,3	+9,1	-7,3
<i>Вербнае</i>	+19,4	+13,0	+28,2
<i>Заславское</i>	-	+7,7	-6,8
<i>Надзейны</i>	-	+13,0	-28,6

Прочерк означает отсутствие статистически достоверной разницы с контролем по критерию Стьюдента **t** при уровне значимости **p** 0,05.

В отличие от азота, для фосфора в вариантах с обработкой отчетливо прослеживалась тенденция к усилению накопления в плодах абсолютного большинства сортов яблони, по сравнению с контролем, что подтверждалось увеличением содержания в них данного элемента на 8-29 %, при наибольшем размере данного увеличения у сорта *Белорусское сладкое*.

Исключением в этом плане явился лишь осенний сорт *Лучезарное*, отмеченный снижением в плодах его содержания более чем на 8 %. Что касается калия, то под действием обработок в плодах большинства позднезимних сортов яблони имело место ослабление его аккумуляции на 7-29 %, выраженное в наибольшей степени у сорта *Надзейны*, и лишь в двух случаях – у сорта *Белорусское сладкое* и особенно у сорта *Вербнае* – отмечена активизация его накопления на 4 % и 28 % соответственно. При этом достоверных различий с контролем в содержании данного элемента в плодах осеннего сорта *Лучезарное* выявлено не было.

Как видим, в плодах большинства модельных сортов яблони под действием обработок хелатными удобрениями «КомплеМет» наблюдалось достоверное увеличение, по сравнению с контролем, содержания либо одного, либо двух макроэлементов, и лишь в единичном случае – у сорта *Вербнае* имело место весьма выразительное усиление накопления всех трех основных питательных элементов.

С целью выявления сортов яблони, обладающих наиболее выраженной позитивной реакцией на обработки растений макро-микроэлементными хелатными удобрениями «КомплеМет, что должно было проявиться в наибольшем увеличении интегрального уровня питательной и витаминной ценности их плодов, нами был использован предложенный Ж.А. Рупасовой [21] оригинальный методический прием, основанный на сопоставлении у тестируемых объектов в вариантах с обработкой количеств, относительных размеров, амплитуд и соотношений статистически достоверных положительных и

отрицательных отклонений от контрольных значений исследуемых характеристик биохимического состава плодов. При этом величина соотношения количеств положительных и отрицательных различий, превышавшая 1, указывала на преобладание у того или иного сорта яблони частоты проявления положительных различий с контролем, тогда как его величина, уступавшая 1, указывала на преобладание таковой отрицательных различий с ним. По величине суммарной амплитуды выявленных отклонений, независимо от их знака, можно было судить о выразительности различий каждого тестируемого сорта с контролем по совокупности всех исследуемых признаков, что позволяло провести их ранжирование в порядке снижения степени данных различий. Соотношение же относительных размеров совокупностей положительных и отрицательных различий с контролем являлось критерием наличия либо отсутствия преимуществ каждого тестируемого объекта, по сравнению с контрольным, в биохимическом составе плодов в целом. Соответственно значения данного соотношения, превышавшие 1, свидетельствовали о наличии указанных преимуществ, тогда как значения, уступавшие 1, напротив, позволяли сделать вывод об их отсутствии.

Представленные в таблице 9 данные, характеризующие количество, направленность и степень выразительности сдвигов в биохимическом составе плодов тестируемых сортов яблони в вариантах с применением обработок относительно контроля, показали наличие заметных генотипических различий в направленности и величине вышеуказанных сдвигов, свидетельствующих о неадекватности сортовой ответной реакции на обработки растений макро-микроэлементными хелатными удобрениями «КомплеМет».

Так, для всех позднезимних сортов яблони, особенно сорта *Алеся*, было показано абсолютное доминирование позитивных изменений в биохимическом составе плодов относительно контроля, тогда как у осеннего сорта *Лучезарное* количество положительных и отрицательных сдвигов в нем было идентичным, а у раннезимнего сорта *Белорусское сладкое* наблюдалось даже преобладание вторых над первыми. Это свидетельствует о более выраженной позитивной ответной реакции позднезимних сортов яблони на испытывавшийся агроприем по сравнению с осенним и раннезимним сортами. При этом амплитуда относительных величин указанных отклонений у модельных сортов яблони, указывающая на степень проявления различий с контролем по совокупности анализируемых признаков, независимо от их ориентации, варьировалась в диапазоне значений от 98,9 % у сорта *Алеся* до 176,1 % у сорта *Заславское*.

Таблица 9 – Значения количеств, относительных размеров, амплитуд и соотношений разноориентированных различий с контролем в биохимическом составе плодов модельных сортов яблони при обработке растений хелатными удобрениями «КомплеМет», %

Сорт	Количество сдвигов, шт.			Относительные размеры сдвигов, %			
	положительных, +	отрицательных, -	отношение +/-	положительных, +	отрицательных, -	амплитуда	отношение +/-
<i>Лучезарное</i>	3	3	1,0	85,6	49,2	134,8	1,7
<i>Белорусское сладкое</i>	4	5	0,8	63,7	57,8	121,5	1,1
<i>Алеся</i>	8	1	8,0	91,6	7,3	98,9	12,5
<i>Вербнае</i>	8	2	4,0	118,5	21,1	139,6	5,6
<i>Заславское</i>	7	3	2,3	123,7	52,4	176,1	2,4
<i>Надзейны</i>	8	2	4,0	116,7	48,0	164,7	2,4

Это позволило расположить тестируемые сорта яблони в порядке снижения степени контрастности их различий с контролем по показателям качества плодов в следующей последовательности: *Заславское* > *Надзейны* > *Вербнае* > *Лучезарное* > *Белорусское сладкое* > *Алеся*.

Таким образом, наибольшей выразительностью различий с контролем в биохимическом составе плодов характеризовались сорта *Надзейны* и особенно *Заславское*, тогда как наименьшей – сорт *Алеся*. Вместе с тем степень контрастности данных различий не может служить критерием преимуществ в качестве плодов модельных сортов яблони в вариантах с обработкой по сравнению с контролем, поскольку указывает лишь на размах выявленных отклонений в их биохимическом составе в ту и другую стороны. Наиболее же объективное представление в этом плане может дать размер соотношения относительных величин суммы положительных и отрицательных отклонений от контроля совокупности анализируемых признаков. При этом оказалось, что у всех без исключения сортов яблони он превысил 1,0, что свидетельствовало о преобладании позитивных, нежели негативных, изменений в качестве их плодов под действием обработок, причем изменения данного соотношения в приведенном ряду заметно коррелировали с таковыми соотношения количества разноориентированных сдвигов в биохимическом составе их плодов относительно контроля. Так, наибольшей (12,5) величина данного соотношения оказалась у сорта *Алеся*, тогда как наименьшей (1,1) – у сорта *Белорусское сладкое*. При этом была обозначена нижеприведенная последовательность модельных сортов яблони в порядке снижения степени их преимуществ в биохимическом составе плодов относительно контроля по совокупности анализируемых признаков: *Алеся* > *Вербнае* > *Заславское* = *Надзейны* > *Лучезарное* > *Белорусское сладкое*.

На основании сопоставления величины рассматриваемого соотношения в пределах таксономического ряда была дана количественная оценка их позитивной реакции на испытывавшийся агроприем. У всех модельных сортов она оказалась заметно слабее, чем у сорта *Алеся*, в том числе у сорта *Вербнае* в 2,2 раза, у сортов *Заславское* и *Надзейны* – в 5,2 раза, у сорта *Лучезарное* – в 7,4 раза и у сорта *Белорусское сладкое* – в 11,4 раза.

Как видим, обработка растений модельных сортов яблони макро-микроэлементными хелатными удобрениями «КомплеМет» оказала позитивное действие на интегральный уровень питательной и витаминной ценности их плодов. Вместе с тем у позднезимних сортов данный эффект проявился в значительно большей степени, нежели у осеннего и раннезимнего сортов. При этом наиболее выраженными преимуществами в биохимическом составе плодов относительно контроля характеризовались сорта *Вербнае* и особенно *Алеся*, тогда как наименьшими – сорт *Белорусское сладкое*.

ВЫВОДЫ

В результате сравнительного исследования биохимического состава плодов 6 модельных сортов яблони – *Лучезарное* (из осенних), *Белорусское сладкое* (из раннезимних), а также *Алеся*, *Вербнае*, *Заславское* и *Надзейны* (из позднезимних) в контроле и вариантах опыта с обработкой растений макро-микроэлементными хелатными удобрениями «КомплеМет» были выявлены профилирующие тенденции в изменении содержания в них ряда органических кислот, углеводов и макроэлементов. Показано, что под действием испытывавшегося агроприема у большинства сортов яблони (преимущественно позднеспелых) наблюдалось достоверное увеличение относительно контроля содержания в плодах сухих веществ на 12-32 %, аскорбиновой кислоты на 6-15 %, растворимых сахаров на 12-14 %, пектиновых веществ на 8-13 %, в том числе гидро-

пектина на 6-15 %, протопектина на 8-15 %, азота на 10-19 %, фосфора на 8-29 %, сахарокислотного индекса на 24-40 %, при снижении содержания в них свободных органических кислот на 12-29 % и калия на 7-29 %.

Обработка комплексными удобрениями модельных сортов яблони разных сроков созревания оказала позитивное действие на интегральный уровень питательной и витаминной ценности их плодов, проявившееся в значительно большей степени на позднезимних сортах, нежели на осеннем и раннезимнем. Показано, что наибольшей выразительностью разноориентированных различий с контролем в биохимическом составе плодов характеризовались сорта *Надзейны* и особенно *Заславское*, наименьшей – сорт *Алеся*, тогда как наиболее существенными преимуществами в биохимическом составе плодов по сравнению с контролем были отмечены сорта *Вербнае* и особенно *Алеся*, тогда как наименьшими – сорт *Белорусское сладкое*. По интегральному уровню улучшения качества плодов в результате обработок хелатными удобрениями «КомплеМет» модельные сорта яблони существенно уступали лидирующему сорту *Алеся*, в том числе сорт *Вербнае* – в 2,2 раза, сорта *Заславское* и *Надзейны* – в 5,2 раза, сорт *Лучезарное* – в 7,4 раза и сорт *Белорусское сладкое* – в 11,4 раза.

Литература

1. Арасимович, В.В. Обмен углеводов при созревании и хранении плодов яблони / В.В. Арасимович. – Кишинёв: Штиинца, 1976. – 118 с.
2. Боровкова, А.С. Сравнительная эффективность разных форм азотных удобрений и хелатных микроэлементов при возделывании кукурузы на силос в лесостепи Заповля: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / А.С. Боровкова. – Кинель, 2003. – 198 с.
3. Берзегова, А.А. Биохимический состав плодов в связи с особенностями почвенных условий / А.А. Берзегова // Труды КубГАУ. – Краснодар, 2009. – Вып. 12. – С. 121-128.
4. Булыгін, С.Ю. Мікроелементи в сільському господарстві / С.Ю. Булыгін. – 3-е вид. доповнене. – Дніпропетровськ: «Січ», 2007. – 100 с.
5. Державин, Л.М. Химизация и экология / Л.М. Державин // Химизация сельского хозяйства. – 1991. – № 7. – С. 3-7.
6. Кладь, А.А. Повышение эффективности минерального питания яблони / А.А. Кладь, Т.Н. Дорошенко // Садоводство и виноградарство. – 2001. – № 5. – С. 8-10.
7. Кондаков, А.К. Эффективное удобрение, устойчивость садов и качество плодов / А.К. Кондаков // Научные основы устойчивого садоводства в России: сб. докл. конф., Мичуринск 11-12 марта 1999 г. / ВНИИС им. И.В. Мичурина; редкол.: В.А. Гудковский (гл. ред.) [и др.]. – Мичуринск, 1999. – С. 114-117.
8. Коновалов, С.Н. Влияние удобрения на минеральное питание, рост, развитие и плодоношение яблони колонновидной / С.Н. Коновалов [Электронный ресурс]. – 2008. – Режим доступа: <http://www.journal.kubansad.ru/pdf/11/05/08.pdf>. – Дата доступа: 03.04.2011.
9. Криворучко, Г.И. Эффективность внекорневых подкормок в интенсивных садах / Г.И. Криворучко // Садоводство. – 1986. – № 4. – С. 17-18.
10. Макаренко, Л.Н. Основные тенденции применения минеральных удобрений за рубежом / Л.Н. Макаренко. – М.: ВНИИТЭИ агропром, 1990. – 64 с.
11. Метлицкий, Л.В. Биохимия плодов и овощей / Л.В. Метлицкий. – М.: Экономика, 1970. – 270 с.

12. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А.И. Ермакова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Ленинград, 1987. – 430 с.
13. Новобранова, Т.И. Влияние кальция на устойчивость плодов яблони и груши к грибным гнилям при хранении / Т.И. Новобранова, В.А. Гудковский, Т.Л. Урюпина // Вестн. с.-х. науки Казахстана. – 1982. – № 4. – С. 46-50.
14. Плешков, Б.П. Практикум по биохимии растений / Б.П. Плешков. – М.: Колос, 1985. – С. 110-112.
15. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ВНИИС; под. общ. ред. Г.А. Лобанова. – Мичуринск: ВНИИС, 1973. – 496 с.
16. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ВНИИСПК; под общ. ред. Е.Н. Седова и Т.П. Огольцовой. – Орёл: ВНИИСПК, 1999. – С. 114-119.
17. Программно-методические указания по агротехническим опытам с плодовыми и ягодными культурами / ВНИИС им. И.В. Мичурина; под ред. Н.Д. Спиваковского. – Мичуринск: ВНИИС, 1956. – 184 с.
18. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ и влаги: ГОСТ 28561–90. – Введ. 01.07.91. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 10 с.
19. Реаксолин АБС уникальное микроудобрение для предпосевной обработки семян и некорневой подкормки // АГРОПРОММДТ [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа: <http://www.agromdt.ru/index.php?id1=8&id2=99>. – Дата доступа: 15.02.2007.
20. Результаты полевых опытов на плодоносящих яблоневых садах юга России по определению эффективности некорневых подкормок комплексными водорастворимыми удобрениями // По материалам опытов 2000-2002 гг., проводимых СКЗНИИ садоводства и виноградарства, г. Краснодар [Электронный ресурс]. – 2004. – Режим доступа: http://www.bhz.kosnet.ru/Rus/Rezisp/Konf_02_04/18.htm. – Дата доступа: 03.04.2011.
21. Рупасова, Ж.А. Формирование биохимического состава плодов видов сем. *Ericaceae* при интродукции в условиях Беларуси / Ж.А. Рупасова [и др.]; под общ. ред. акад. В.И. Парфенова. – Минск: Беларус. навука, 2011. – С. 211-307.
22. Сапожникова, Е.В. Пектиновые вещества плодов / Е.В. Сапожникова. – М.: Наука, 1965. – 182 с.
23. Сарапуу, Л. Фенольные соединения яблони / Л. Сарапуу, Х. Мийдла // Уч. зап. Тарт. гос. ун-та. – Тарту, 1971. – Вып. 256. – С. 111-113.
24. Тихонов, В.В. Оптимизация питания яблони в интенсивных насаждениях в условиях аллювиальных почв Прикубанской зоны плодородия Краснодарского края: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07 / В.В. Тихонов. – Краснодар, 2003. – 167 с.
25. Трунов, Ю.В. Эффективность применения минеральных удобрений и известкования в яблоневом саду / Ю.В. Трунов, А.А. Трунов, Д.Н. Еремеев // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 8. – С. 18-19.
26. Удобрение КомплеМет–Свекла [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://www.dnt.by/ru/fertilizers/chelate/17/>. – Дата доступа: 19.01.2012.
27. Фоменко, К.П. Методика определения азота, фосфора и калия в растениях из одной навески / К.П. Фоменко, Н.Н. Нестеров // Химия в сельском хозяйстве. – 1971. – № 10. – С. 72-74.
28. Хасанов, В.В. Методы исследования антиоксидантов / В.В. Хасанов, Г.Л. Рыжова, Е.В. Мальцева // Химия растительного сырья. – 2004. – № 3. – С. 63-75.
29. Хелатные микроудобрения или просто хелаты // «Институт почвоведения» (Украина) [Электронный ресурс]. – 2009. – Режим доступа: http://www.sianishop.ru/newsdesk_info.php?newsdesk_id=7. – Дата доступа: 19.05.2010.

30. Церевитинов, В.Ф. Биохимия яблоки / В.Ф. Церевитинов. – Кишинёв: Штиинца, 1962. – 136 с.
31. Цыбулько, Е.В. О содержании полифенольных веществ в композициях из дикорастущего сырья Дальневосточного региона для производства сиропов функционального назначения / Е.И. Цыбулько [и др.] // Хранение и переработка сельхоз. сырья. – 2003. – № 12. – С. 58-60.
32. Ширко, Т.С. Биохимия и качество плодов / Т.С. Ширко, И.В. Ярошевич. – Минск: Наука и техника, 1991. – 294 с.
33. Ширко, Т.С. Сортвые особенности изменения пектиновых веществ при созревании яблок / Т.С. Ширко // Плодоводство: межвед. темат. сб. / БелНИИКПО; редкол.: А.Ф. Богдановский (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 1989. – Т. 7. – С. 109-116.
34. Щербаков, В.Г. Биохимия / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов, Т.Н. Прудникова. – Санкт-Петербург.: ГИОРД, 2003. – 440 с.
35. Юдин, Ф.А. Методика агрохимических исследований / Ф.А. Юдин. – М.: Колос, 1980. – 366 с.
36. Яблоки свежие для промышленной переработки. Технические условия. Семечковые и цитрусовые плоды: ГОСТ 27572-87. – Введ. 01.07.89. – М.: ИПК изд-во стандартов, 2002. – С. 26-31.
37. Яблоки свежие поздних сроков созревания. Технические условия. Семечковые и цитрусовые плоды: ГОСТ 21122-75. – Введ. 01.07.76. – М.: ИПК изд-во стандартов, 2002. – С. 17-25.
38. Яблоки свежие ранних сроков созревания. Технические условия. Семечковые и цитрусовые плоды: ГОСТ 16270-70. – Введ. 01.07.71. – М.: ИПК изд-во стандартов, 2002. – С. 12-16.
39. Atkinson, D. The growth and distribution of fruit tree roots: some consequences for nutrient uptake / D. Atkinson, S. Willson // Miner. Nutr. Fruit Trees symp., Canterbury, 1979. – London, 1980. – P. 137-150.
40. Dris, R. Interactions of orchard factors and calcium nutrition on apple trees / R. Dris // Fruit production and fruit breeding: Proceedings of the International Conference, September 12-13, 2000 / The Polli Horticultural Institute of the Estonian Agricultural University. – Tartu, 2000. – С. 88-90.
41. Fertilizing apples Spectrum Analytic Inc / Washington, The Ohio State University, Columbus, Ohio, www.spectrumanalytic.com. – 23 p. // support library / rf. A_Guide_Fertilizing_Apples. htm. [Electronic resource]. – 05.2006. – Mode of access: http://aces.nmsu.edu/pubs/_h/h-319.html. – Date of access: 15.12.2010.
42. Swift, C.E. Fertilizing Fruit Trees / C.E. Swift [Electronic resource]. – 07.2009. – Mode of access: <http://www.ext.colostate.edu/pubs/garden/07612.html>. – Date of access: 24.04.2010.
43. Nutrient Management of Apple Orchards // New England Tree Fruit Management Guide [Electronic resource]. – 2009. – Mode of access: <http://www.umass.edu/fruitadvisor/2009/netfmgan156/10-nutrientmgt.pdf>. – Date of access: 24.04.2010.
44. Guide, H. Fertilization Programs for Apple Orchards / H. Guide // College of Agriculture, Consumer and Environmental Sciences New Mexico State University [Electronic resource]. – 05.2006. – Mode of access: http://aces.nmsu.edu/pubs/_h/h-319.html. – Date of access: 04.01.2009.

45. Haak, E. Response of apple-production to pre-planting fertilization in store / E. Haak // Fruit production and fruit breeding: Proceedings of the International Conference, September 12-13, 2000 / The Polli Horticultural Institute of the Estonian Agricultural University. – Tartu, 2000. – С. 65-67.

46. Kahu, K. Effect of preharvest calcium treatments on postharvest quality of apple cultivars grown in Estonia / K. Kahu // Fruit production and fruit breeding: Proceedings of the International Conference, September 12-13, 2000 / The Polli Horticultural Institute of the Estonian Agricultural University. – Tartu, 2000. – С. 84-87.

47. Kurlus, R. Rootstock effect on mineral composition in Jonagored apple leaves / R. Kurlus, G.P. Lysiak // Fruit production and fruit breeding: Proceedings of the International Conference, September 12-13, 2000 / The Polli Horticultural Institute of the Estonian Agricultural University. – Tartu, 2000. – С. 68-71.

48. Marcelle, E.D. Mineral nutrition and fruit quality / E.D. Marcelle // Acta Hort. – 1995. – № 383. – P. 219-226.

49. Olszewski, T. Wplyw wybranych czynnikow agrotechnicznych na wzroct drew, wielkosc i jakosc plonu oraz zawartosc skladnikow mineralnych w lisciach i owocach jabloni / T. Olszewski // Zesz. Nauk. Inst. Sadow. Kwiac., Monografie i Rozprawy. – Lublin, 2005. – S. 91.

50. Pacholak, E. Effect of nitrogen fertilization on the content of mineral components in soil, leaves and fruits of “Sampion” apple trees / E. Pacholak, M. Zachwieja, Z. Zydlik // Acta Sci. Polonorum. Seria Hort. Cult. – 2004. – № 3 (2). – P. 207-228.

51. Pacholak, E. Wplyw nawozenia azotem na zawartosc skladnikow mineralnych w glebie, lisciach i owocach jabloni odmiany “Sampion” / E. Pacholak, M. Zachwieja, Z. Zydlik // II Ogolnopolskie Sympozjum Mineralnego Odzywiania Roslin Sadowniczych, Warszawa, 7-8 wrzesnia 2004 r. / Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu, Katedra Sadownictwa i Przyrodniczych Podstaw Ogrodnictwa; red.: E. Jadczyk [i inni]. – Warszawa, 2004. – P. 53-54.

52. Pietranek, A. Mineral status of “Katja” apple trees depending on irrigation, fertilization and rootstock / A. Pietranek, E. Jadczyk // Acta Sci. Polonorum. Seria Hort. Cult. – 2004. – № 4 (1). – P. 69-76.

53. Ramdane, D. Mineral nutrition of deciduous fruit crops // D. Ramdane // Плодоводство на рубеже XXI века: материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 75-летию со дня образования БелНИИП, Самохваловичи, 9-13 окт. 2000 г. / БелНИИП; редкол.: В.А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2000. – С. 135-137.

54. Ryabtseva, T.V. Influence of soil application of biological and mineral fertilizers on growth, yield, and fruit biochemical components of apple variety Charavnitsa, and on some agrochemical soil characteristics / T.V. Ryabtseva, N.G. Kapichnikova, N.A. Mikhailovskaya // II Ogolnopolskie Sympozjum Mineralnego Odzywiania Roslin Sadowniczych, Warszawa, 7-8 wrzesnia 2004 r. / Katedra Sadownictwa i Przyrodniczych Podstaw Ogrodnictwa SGGW w Warszawie; Katedra Sadownictwa Akademii Rolniczej w Poznaniu; Polskie Towarzystwo Nauk Ogrodniczych. – Warszawa, 2004. – С. 57-58.

55. Skupen, K. The effect of mineral fertilization on nutritive value and biological activity of chokeberry Fruit / K. Skupen // Agricultural and food science. – 2007. – Vol. 16. – P. 46-55.

56. Svain, T. The Fenolic constituents of *Prunus domestica*. The quantitative analysis of phenolic constituents / T. Svain, W. Hillis // J Sci. Food Agric. – 1959. – Vol. 10. – P. 63-68.

57. Szucs, E. Some aspect of integrated plant nutrition in orchards / E. Szucs // Acta Sci. Polonorum. Seria Hort. Cult. – 2004. – № 4 (1). – P. 47-58.

58. Tagliavini, M. Understanding the role of nitrogen cycling in desiduos tree orchards / M. Tagliavini, P. Millard // II Ogólnopolskie Sympozjum Mineralnego Odżywiania Roslin Sadowniczych, Warszawa, 7-8 września 2004 r. / Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Ogrodnictwa I Architektury Krajobrazu, Katedra Sadownictwa I Przyrodniczych Podstaw Ogrodnictwa; red.: E. Jadczyk [i inni]. – Warszawa, 2004. – P. 27.

59. Treder, W. Ocena wpływu sposobu nawożenia na zawartość azotu w liściach jabłoni / W. Treder, T. Olszewski // Acta Sci. Polonorum. Seria Hort. Cult. – 2004. – № 3(2). – P. 111-122.

60. Treder, W. Wpływ fertygacji nawozami azotowym i wieloskładnikowym na zmiany chemiczne gleby oraz na wzrost i owocowanie jabłoni / W. Treder. – Skierniewice, 2003. – S. 5-84.

61. Wojcik, P. Effect of foliar potassium sprays on apple tree yielding, and fruit quality under conditions of low soil potassium availability / P. Wojcik // Environmentally friendly fruit growing: Proceedings of the international scientific conference, Tartu, september 7-9, 2005 / Polli Horticultural Research Centre of the Institute of Agricultural and Environmental Sciences of the Estonian Agricultural University (Tartu), Estonian Agricultural University (Tartu). – Tartu, 2005. – C. 44-50.

62. Wrona, D. Wzrost, owocowanie i zawartość w liściach jabłoni ‘Jonagored’ w zależności od jesiennego nawożenia azotem i podkładki / D. Wrona // Acta Sci. Polonorum. Seria Hort. Cult. – 2004. – № 3(2). – P. 153-160.

INFLUENCE ESTIMATION OF FOLIAR FERTILIZATION OF MICRO AND MACRO CHELATED NUTRIENTS ‘COMPLEMET’ ON APPLE FRUIT BIOCHEMICAL COMPOSITION

Zh.A. Rupasova, T.V. Ryabtseva

The feedback investigation results of 6 sample apple cultivars of different maturing terms on macro and micro chelated nutrient fertilizer agency ‘CompleMet’ are given in the article. They were based on the revealed changes in their maintenance of solid and pectic substances, free organic and ascorbic acids, soluble sugars, pectic substances and macro elements (nitrogen, phosphorus, potassium). It was shown positive handling effects on nutritious and vitamin fruit value which is appeared to be in much greater degree at late winter cultivars, rather than at autumn and early winter ones. The cultivars ‘Alesya’ and ‘Verbnaye’ were characterized by the most considerable advantages in biochemical fruit composition in variants with handling, in comparison with the control, meanwhile the cultivar ‘Byelorusskoye sladkoye’ was characterised by the least ones. All apple cultivars came short greatly to the cultivar ‘Alesya’ by 2.2-11.4 times for fruit quality improvement degree. The cultivar ‘Verbnaye’ showed the least distinctions meanwhile the cultivar ‘Byelorusskoye sladkoye’ – the biggest ones.

Key words: apple tree, cultivars, foliar fertilization, chelate fertilizers, biochemical fruit composition, organic acids, soluble sugars, pectic substances, macro elements, Belarus.

Дата поступления статьи в редакцию 23.03.2012