

УДК 634.11:631.811:631.816.355

ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВОГО ВНЕСЕНИЯ ХЕЛАТНЫХ УДОБРЕНИЙ КОМПЛЕМЕТ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ЯБЛОНИ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ

Т.В. Рябцева

РУП «Институт плодородия»,

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

e-mail: belhort@it.org.by; tamaravr@rambler.ru

РЕФЕРАТ

Представлены экспериментальные данные за 2010-2011 гг. исследований влияния некорневого внесения микро- макроэлементных хелатных удобрений КомплеМет на рост, плодоношение, товарное качество и сохранность плодов, биохимический состав листьев шести сортов и биохимический состав плодов восьми сортов яблони в интенсивном плодоносящем саду.

В результате проведенных исследований установлено, что этапное внесение хелатных удобрений КомплеМет оказало положительное влияние на рост и плодоношение деревьев яблони, товарное качество и сохранность плодов. В основном, ростовые процессы проходили интенсивней при этапном некорневом внесении хелатных удобрений КомплеМет. У всех изучаемых сортов яблони урожайность, удельная продуктивность штамба, средняя масса плода и выход плодов первого и второго товарных сортов были больше в варианте испытывавшегося агроприёма.

Некорневое внесение хелатных удобрений КомплеМет оказало положительное влияние на биохимический состав листьев и плодов яблони. Показано, что относительно контроля под действием испытывавшегося агроприёма у всех сортов наблюдалось увеличение содержания в листьях кальция, железа и цинка, магния – для большинства сортов; в плодах яблони всех сортов увеличилось содержание сухих веществ и кальция, у большинства сортов увеличилось содержание железа, магния и цинка.

Ключевые слова: яблоня, сорта, некорневое внесение, хелатные удобрения КомплеМет, рост, урожайность и качество плодов, биохимический состав плодов, органические кислоты, растворимые сахара, пектиновые вещества, микро- и макроэлементы, Беларусь.

ВВЕДЕНИЕ

Вопросам изучения особенностей минерального питания яблони, как одной из основных плодовых культур промышленного садоводства, придается большое значение. Исследования, охватывающие весь комплекс показателей, характеризующих особенности развития, качество продукции и адаптивность яблони при различных условиях минерального питания и уровнях плодородия почв, проводились в различных почвенно-климатических зонах промышленного возделывания этой культуры [1-5, 7, 8, 11-20, 25, 30-41, 43-48, 53-78]. Тем не менее, до сих пор многие вопросы рационального применения удобрений в яблоневых садах, приёмов, доз вносимых удобрений остаются дискуссионными, особенно это касается удобрения интенсивных садов на карликовых подвоях. Более плотное размещение деревьев, поверхностное залегание корней, специфика сорто-подвойного взаимодействия определяют новый уровень исследований [2, 11, 17, 20, 43, 44, 48, 57, 58, 63, 64, 71-73, 76, 78].

Важнейшее значение для повышения урожайности плодовых культур имеет адекватное обеспечение растений основными элементами минерального питания. С одного гектара интенсивного сада ежегодно из почвы выносятся 50-113 кг азота, 12-25 кг фосфора, и 52-152 кг калия [2, 8, 14, 20, 46, 57-58, 62, 64, 72].

Образование урожая плодовыми деревьями связано с большой тратой пластических веществ. В годы обильного плодоношения основная их часть из корней, ствола, ветвей и листьев направляется в репродуктивные органы – цветки, завязи и плоды, вследствие этого уменьшается размер листьев, прирост побегов и корней, что снижает ассимиляцию углекислоты и минеральных веществ. В результате, в год обильного плодоношения не хватает питательных веществ на закладку цветковых почек для будущего урожая. У таких деревьев снижается устойчивость к болезням и вредителям, они хуже перезимовывают, и на следующий год не дают полноценного урожая, впадая в периодичность плодоношения [3, 5, 43, 46, 48, 57, 72].

Практика ежегодного почвенного внесения высоких доз удобрений в садах экономически себя не оправдывает. Установлено, что растения из сухих минеральных удобрений, при почвенном внесении, с учётом действия и последствия усваивают 40-60 % азота, 20-30 % фосфора и 30-50 % калия [8]. Остальная часть питательных веществ либо закрепляется почвой в виде минералов в недоступной для растений форме, либо теряется путём поверхностных стоков, инфильтрации, газообразных испарений, загрязняя окружающую среду и сельскохозяйственную продукцию.

Главная цель внесения удобрений – добиться сбалансированного минерального питания растений по всем макро- и микроэлементам. Особенно недопустимо избыточное внесение азотных удобрений. При внесении высоких доз азотных удобрений в листьях плодовых культур снижается содержание калия и фосфора. Избыток азота приводит к ухудшению окраски и водянистости плодов, препятствует своевременному завершению вегетативного роста осенью, и как следствие приводит к снижению зимостойкости плодовых деревьев [7, 14, 46, 48, 53-55, 57-58, 62, 64-69, 71-76].

Высокая доза фосфорных удобрений часто вызывает недостаток в тканях растений меди (Cu), цинка (Zn), бора (B) и железа (Fe), при этом недостаток железа может быть вызван избытком цинка (Zn), марганца (Mn), меди (Cu), никеля (Ni), хрома (Cr), кобальта (Co) и ионами двууглекислых солей в зоне корнеобитания [1, 5, 19, 46, 48, 61]. Характер взаимодействия фосфора с азотом и с некоторыми другими элементами отличается от взаимодействия калия с азотом, магнием или кальцием. С повышением дозы вносимых азотных удобрений уровень содержания фосфора в листьях снижается, но увеличение дозы фосфорных удобрений не снижает содержания в листьях азота [2, 15, 19, 46, 48, 57-58, 61, 62-67, 72, 74].

Внесение повышенных доз калийных удобрений под плодовые культуры вызывает острый недостаток в органах растений магния. Вследствие антагонизма между калием и азотом, уровень содержания в растениях магния можно повысить внесением азотных удобрений. Снижать уровень содержания в растениях калия может повышенное содержание в почве кальция (Ca), магния (Mg), натрия (Na) и некоторых других элементов. При отношении содержания в почве $K : Ca < 1$ изменение концентрации кальция слабо влияет на поглощение калия, дополнительное внесение калия понижает содержание в органах растений кальция. Если отношение $K : Ca > 1$, то роль регулятора переходит к кальцию, который ограничивает поглощение растениями калия. Кроме того, под влиянием повышенных доз макроудобрений уменьшается подвижность некоторых микроэлементов (бор, цинк и др.). Низкая гумусированность почв, известкование кислых почв и другие факторы снижают подвижность таких микроэлементов как марганец, цинк, бор [2, 8, 15, 19, 44, 46, 56, 58, 60, 64, 71-73, 77].

Важная роль микроэлементов заключается в способности оказывать уравновешивающее действие при нарушениях соотношения питательных веществ. Микроэлементы выполняют важнейшую физиологическую функцию, например: магний, медь, цинк, железо являются кофакторами фермента супероксиддисмутазы, выполняющего роль дезактиватора свободных радикалов, способствуют повышению не только продуктивности, улучшению качества плодов и их лёжкости, но и устойчивости плодовых растений к стрессовым факторам [1, 46, 57-58, 61, 64, 72].

Кальций является одним из важнейших элементов минерального питания, определяющим качество плодов. Особенно он важен для семечковых пород, плоды которых закладываются на длительное хранение [25, 32, 46, 60, 62]. Плоды с высоким содержанием кальция дольше сохраняют товарный вид и более транспортабельны. Недостаточное поступление кальция в формирующиеся плоды наблюдается чаще всего из-за несбалансированности питания. Проявление на плодах физиологического расстройства – горькой ямчатости – усиливается, если на бедных обменным кальцием почвах, применяют большие дозы калийных и азотных удобрений в аммонийной форме. Большие дозы навоза также усиливают поражение плодов.

Концентрация кальция в листьях 0,8-1,0 % в расчёте на сухой вес является достаточной для обеспечения нормальных ростовых процессов дерева. Но для обеспечения нормального развития плодов концентрация кальция в расчёте на сухой вес должна составлять не менее 2,0 %. Для длительного хранения плодов необходимо чтобы в 100 г сырой массы содержалось 5 мг кальция, 9 мг фосфора, $(K + Mg) : Ca \leq 25$; $N / Ca < 10$; $Ca / Mg \geq 1$ (если это отношение больше 2, опасность возникновения физиологических расстройств увеличивается). Опрыскивание яблоневых садов солями кальция препятствует развитию физиологических расстройств у плодов при хранении: горькой ямчатости и джонатановой пятнистости [11, 25, 32, 44, 56-58, 60, 62, 64, 65, 69]. По сравнению с азотом, фосфором и калием, кальций малоподвижный элемент, поэтому потребность в нем необходимо предусмотреть до закладки сада, когда удобрения можно внести в зону залегания корней. Считается, что плодородное дерево в среднем потребляет 100-150 кг/га кальция в год.

Магний поглощается плодовыми деревьями в меньшем количестве, чем кальций, в листьях плодовых деревьев в расчёте на сухой вес содержится 0,3-0,5 % магния. Около 20 % магния входит в состав хлорофилла хлоропластов. При недостатке магния изменяется структура листьев, уменьшается их размер, падает интенсивность фотосинтеза [46, 48, 58 71-73]. Большое количество магния требуют и плоды, если в листьях концентрация кальция в расчёте на сухой вес в 5 раз выше, чем магния, то в плодах содержится вдвое больше магния. Недостаток магния в плодовых насаждениях можно восполнить некорневым внесением 2%-ного раствора сульфата магния [11, 19, 23].

Бор относится к элементам минерального питания, необходимым для нормального развития растений и плодов. У яблони недостаток бора вызывает опробкование разных частей плода – на плодах появляются пятна сухой ткани, в результате чего плоды растрескиваются и преждевременно опадают. Однако избыток бора увеличивает степень поражения плодов стекловидностью и другими физиологическими заболеваниями [1, 11, 23, 46, 57, 58].

Цинк необходим для нормального роста, повышает жаростойкость и засухоустойчивость, повышает устойчивость к болезням. Цинк входит в состав таких ферментов как карбонат-дегидратаза (угольная ангидраза), имеет большое значение при регуляции фотосинтеза и фотодыхания – катализирует расщепление угольной кислоты на углекислый газ и воду и протеаза (кабоксипептидаза) – катализирует гидролитическое расщепление белков и полипептидов. Нехватка вызывает укорачивание междоузлий, розеточность и мелколистность [1, 11, 46, 61].

Одним из путей решения проблемы адекватного минерального питания является использование некорневого внесения растворов минеральных удобрений. Питательные вещества, нанесенные на листья и молодую кору, обеспечивают максимально быстрое, в течение нескольких часов, поступление минеральных элементов внутрь растительных тканей и практически полностью усваиваются растением. Это служит дополнительным источником питания и средством изменения обмена веществ растений [5, 8, 11, 12, 18, 20, 23, 32-41, 43, 48, 57-58, 72, 77].

Некорневые подкормки макро- и микроэлементами в последние годы занимают значительное место в оптимизации минерального питания плодовых культур [3-5, 11, 12, 17, 18, 30-41, 45, 47, 48, 53, 57, 58, 64, 70-72]. Недостаточная обеспеченность плодовых деревьев микроэлементами, наблюдаемая в садах, возникает вследствие нарушения сбалансированного питания макроэлементами или связывания в корнеобитаемом слое микроэлементов в малодоступные для растений формы. Некорневая подкормка в этих случаях часто служит единственным средством устранения дефицита элементов питания. Общий вклад некорневого внесения в содержание макро- и микроэлементов у плодовых культур не превышает 10-20 % от суммарного содержания. Вклад одной листовой подкормки в общем содержании питательных элементов составляет до 5 %, поэтому практика применения некорневого внесения водорастворимых удобрений вполне обоснована [71].

В мировой практике сельского хозяйства всё большее внимание уделяется хелатным формам удобрений, так как для эффективного усвоения элементы минерального питания должны поступать в доступной для растений форме [3-5, 7, 8, 12, 17, 18, 20, 30-32, 43, 45, 47, 48, 53, 57, 58, 64, 72]. Хелаты (от латинского слова *chelate* – клешня) – это циклические комплексные соединения, образующиеся при взаимодействии ионов металлов с полидентатными (имеющими несколько донорных центров) лигандами. Хелатные удобрения представляют собой водорастворимые соли органических кислот комплексообразователей. Они обладают рядом ценных свойств: хорошо растворимы в воде, хорошо адсорбируются на поверхности листьев и в почве, усваиваются на 80-90 % (минеральные удобрения усваиваются на 20-40 %), практически не токсичны. Хелатные соединения, как правило, не диссоциируют на ионы в водных средах; длительное время не разрушаются микроорганизмами; обладают высокой устойчивостью в широком диапазоне значений pH, за счёт чего хорошо сочетаются с различными пестицидами (нормы пестицидов можно сократить до 30 %, т. к. они действуют синергетически). При внесении хелатных удобрений в почву они способствуют переводу недоступных форм микроэлементов в подвижные, вследствие чего, в отличие от минеральных солей, микроэлементы в хелатной форме практически не закрепляются в почвенном поглощающем комплексе (ППК) и длительное время остаются доступными для растений.

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. В литературе встречаются противоречивые данные по влиянию удобрений, в том числе и хелатных, на биохимический состав возделываемых культур [3-5, 17, 20, 31, 33, 34, 36, 43, 45, 68, 70].

Возможность внесения водорастворимых хелатных форм удобрений совместно со средствами химической защиты повышает как химическую эффективность их действия, так и экономическую эффективность этого приёма.

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 отечественного производства, с этой целью и были проведены исследования.

МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Полевой опыт по изучению влияния поэтапного некорневого внесения хелатных макро- и микроудобрений КомплеМет на рост, урожайность и качество плодов яблони проводили на протяжении вегетационных периодов 2010 и 2011 гг. в плодоносящих садах РУП «Институт плодоводства». Сад 2001 г.п., сорта 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 г.п., сорта яблони Белорусское сладкое, Надзейны, Имант на полукарликовом подвое 57-545, схема посадки – 4,5 x 2 м (1110 дер./га). Сад 1998 г.п., сорта яблони Алеся и Заря Алатау на среднерослом подвое ММ 106, схема посадки – 4,5 x 2 м (1110 дер./га).

Состав, этапы, дозы и цели внесения испытывавшихся макро-микроэлементных хелатных удобрений КомплеМет приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – 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 - CO	4,5	9,9	9,2	0,2	-	-	-	1,5	0,9	0,45	1,0		0,015	0,005
КомплеМет - Ca	8,0				3,0	10,0								
КомплеМет - Fe		7,6	10,1				3,0							
КомплеМет - Zn		6,5	9,0					3,0						
КомплеМет - Fe Zn		5,1	12,1				1,5	1,5				1,6		
КомплеМет - B	4,0									11,0				
КомплеМет - P K		21	26											

Таблица 2 – Этапы и дозы некорневого внесения хелатных удобрений КомплеМет

№ п/п	Фаза развития плодовой почки, дата внесения	Препарат	Доза, л/га	Цель внесения
1	Набухание - начало роста	КомплеМет-Fe, Zn	2	Повышение морозоустойчивости, профилактика мелколистности и розеточности, хлороза
2	Распускание почек	КомплеМет-B	2	Профилактика опробковения у плодов
3	Выдвижение соцветия - обособление бутонов	КомплеМет-CO	4	Улучшение общего состояния деревьев, цветения, морозоустойчивости
4	Опадение лепестков	КомплеМет-B	2	Удержание завязи, профилактика опробковения у плодов
5	Завязывание плодов	КомплеМет-CO	4	Улучшение общего состояния деревьев, оптимизация закладки плодовых почек будущего урожая
6	Смыкание чашелистиков	КомплеМет-Ca	4	Профилактика развития горькой ямчатости, джонатановой пятнистости, побурения кожицы и мякоти, стекловидности и пухлости мякоти, растрескивания кожицы. Обеспечение лучшей сохранности плодов
7	Рост и развитие плода величиной с лесной орех	КомплеМет-Ca	4	
9	Рост плодов через 10-14 дней после предыдущей обработки		5	
10			5	
11			6	
12	Рост плодов - конец июля, начало августа	КомплеМет-P,K	2	Улучшение качества плодов: повышение содержания сахара, лучшее окрашивание и лежкость. Улучшение вызревания тканей
13	Рост плодов через 10-14 дней после предыдущей обработки кальцием	КомплеМет-Ca	7	Профилактика развития горькой ямчатости, джонатановой пятнистости, побурения кожицы и мякоти, стекловидности и пухлости мякоти, растрескивания кожицы. Обеспечение лучшей сохранности плодов
14		КомплеМет-Ca	7	
15	После уборки урожая (октябрь)	КомплеМет-B Карбамид (кг/га)	2 (50)	Создание запаса бора под урожай будущего года и профилактика развития парши
16	После уборки урожая (октябрь)	КомплеМет-Fe, Zn	2	Создание запаса железа для профилактики хлороза в следующем году. Повышение зимостойкости и морозоустойчивости

Примечание. 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 ≤+10°C в безветренную погоду и как минимум за 2 часа до дождя.

Форма кроны – свободно растущая плоскостная. Повторность четырехкратная с учётом рендомизации, на делянке не менее 4 учётных деревьев. В садах с третьего года посадки вносили комплексные макроудобрения, согласно зональных рекомендаций. Защиту от болезней и вредителей проводили согласно рекомендациям РУП «Институт защиты растений» [10]. Система содержания почвы: в междурядьях – естественный газон с 6-8-кратным подкашиванием травостоя за сезон вегетации, в приствольных полосах – гербицидный пар. Почва в саду дерново-подзолистая, суглинистая, развивающаяся на мощном лёссовидном суглинке. Агрохимические показатели почвы садов на момент закладки: рН(KCl) – 4,4-6,15; гумус – 1,0-2,0 %; подвижный фосфор – 103-198 мг/кг, обменный калий – 123-219 мг/кг. Агрохимические показатели почвы в 2012 г.: в приствольных полосах (глубина 0-20 см): рН(KCl) – 5,28-5,56; гумус – 1,45-1,60 %; фосфор – 261-357 мг/кг; калий – 303-308; кальций – 705-748; магний – 228-274 мг/кг; (глубина 20-40 см): рН(KCl) – 4,28-4,79; гумус – 1,01-1,36 %; фосфор – 236-241 мг/кг; калий – 128-157; кальций – 705-748; магний – 228-162 мг/кг; в междурядьях (глубина 0-20 см): рН(KCl) – 5,61-6,19; гумус – 1,40-1,95 %; фосфор – 263-382 мг/кг; калий – 190-382; кальций – 761-844; магний 248-281 мг/кг; (глубина 20-40 см): рН(KCl) – 4,74-6,08; гумус – 0,62-1,27 %; фосфор – 232-267 мг/кг; калий – 113-233; кальций – 686-693 мг/кг; магний – 218-169 мг/кг.

Все учёты проводили согласно общепринятым программам и методикам [23, 26-28]. Качество плодов учитывали по ГОСТам 16270-70, 21122-75, 2757-87 на основе сортировки 20 кг плодов в 4-кратной повторности [50-52]. Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа [9] в программе Excel. Биохимический состав сухих листьев яблони и свежих плодов яблони в стадии потребительской зрелости на содержание микро- и макроэлементов цинка, железа, магния, кальция, калия и фосфора и на содержание сухих веществ в плодах проводили по ГОСТу 28561-90; ГОСТу 23268.7-78; ГОСТу 26929-94; по инструкции 4.1.10-14-5-206 и по Методике выполнения измерений МН 1792-2002 [6, 21, 22, 24, 29].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Вносимые хелатные удобрения по-разному влияли на ростовые и репродуктивные процессы. На начало опыта площадь поперечного сечения штамба (ППСШ) в варианте внесения удобрений у сортов Лучезарное, Вербнае, и Надзейны была больше, чем в контроле на 6,1 %, 7,0 % и 13,5 % соответственно (таблица 3). У сортов Белорусское сладкое и Алеся, наоборот площадь поперечного сечения штамба была на 5,8 % меньше, чем в контроле. Суммарный прирост площади поперечного сечения штамба за 2 года у сорта Надзейны был больше при внесении удобрений КомплеМет на 26,6 %, а у сортов Лучезарное, Вербнае, Белорусское сладкое и Алеся в варианте внесения удобрений КомплеМет был меньше, чем в контроле на 13,6 %, 11,6 %, 43,5 % и 12,4 % соответственно. Вероятно, это связано с более обильным плодоношением в варианте этапного внесения хелатных удобрений КомплеМет. В порядке снижения различий с контролем по суммарному приросту ППСШ сорта яблони расположились в следующей последовательности: *Надзейны* > *Вербнае* < *Алеся* < *Лучезарное* < *Белорусское сладкое* < *Заславское*. О сорте Заславское в этом опыте следует говорить отдельно, так как при посадке сада второй ряд сорта, где проводилось внесение удобрений КомплеМет, случайно попал на участок с почвоутомлением (прошло 2 года после раскорчевки сада 1964 г.п.), и на момент закладки опыта в 2010 г. площадь поперечного сечения штамба деревьев здесь была меньше на 40,8 %. Осенью 2011 г. площадь поперечного сечения штамба у деревьев сорта Заславское в варианте внесения удобрений КомплеМет была меньше всего

на 8,8 %, а суммарный прирост площади поперечного сечения штамба за 2 года был больше, чем в контроле на 60,9 %.

При этапном внесении удобрений КомплеМет суммарная длина однолетнего прироста, по сравнению с контрольным вариантом, была больше у всех сортов яблони, за исключением сорта Заславское: у сорта Лучезарное – на 11,2 %, у сорта Вербнае – на 19,9 %, у сорта Надзейны – на 3,2 %, у сорта Белорусское сладкое – на 30,2 % и сорта Алеся – на 9,5 %. В порядке снижения различий с контролем по суммарной длине однолетнего прироста сорта яблони расположились в следующей последовательности:

Белорусское сладкое > Вербнае > Лучезарное > Алеся > Надзейны < Заславское.

Таблица 3 – Показатели роста яблони в зависимости от этапного некорневого внесения хелатных удобрений КомплеМет, средние данные за 2010-2011 гг.

Вариант	Площадь поперечного сечения штамба, см ²				Однолетний прирост,		
	весна 2010	осень 2010	осень 2011	прирост	длина, см	кол-во, шт.	суммарная длина, м
Сорт яблони Лучезарное на среднерослом подвое ММ 106, 1111 дер./га							
Контроль	65,4	72,7	88,2	22,8	35,6	126,3	44,9
КомплеМет	69,4	75,9	89,1	19,7	34,9	143,3	49,9
<i>HCP_{0,05}</i>	5,09	2,78	2,66				
Сорт яблони Вербнае на среднерослом подвое ММ 106, 1111 дер./га							
Контроль	59,6	70,8	78,6	19,0	45,2	107,8	48,7
КомплеМет	63,8	72,6	80,6	16,8	41,6	140,5	58,4
<i>HCP_{0,05}</i>	3,76	2,60	5,34				
Сорт яблони Заславское на среднерослом подвое ММ 106, 741 дер./га							
Контроль	60,0	63,2	77,4	17,4	39,4	117,3	46,1
КомплеМет	42,6	46,1	70,6	28,0	34,0	120,8	41,1
<i>HCP_{0,05}</i>	2,81	6,65	6,544				
Сорт яблони Надзейны на полукарликовом подвое 57-545, 1111 дер./га							
Контроль	42,2	45,1	51,6	9,4	37,9	66,5	25,2
КомплеМет	47,9	52,9	59,8	11,9	36,3	71,5	26,0
<i>HCP_{0,05}</i>	5,65	4,64	3,88				
Сорт яблони Белорусское сладкое на полукарликовом подвое 57-545, 1111 дер./га							
Контроль	41,7	46,1	57,8	16,1	32,7	109,5	35,8
КомплеМет	39,3	41,2	48,4	9,1	37,8	123,3	46,6
<i>HCP_{0,05}</i>	7,34	11,05	7,67				
Сорт яблони Алеся на карликовом подвое 62-396, 1111 дер./га							
Контроль	76,4	81,8	88,5	12,1	37,9	63,5	24,1
КомплеМет	72,0	76,3	82,6	10,6	36,9	71,8	26,4
<i>HCP_{0,05}</i>	5,30	7,84	5,82				

В среднем за два года цветение деревьев яблони у ряда сортов в контрольном варианте (без обработок) проходило интенсивней, но за счёт большей завязываемости плодов урожайность была выше при этапном внесении хелатных удобрений КомплеМет (таблица 4). Урожайность у сортов яблони Лучезарное, Вербнае, Надзейны, Белорусское сладкое и Алеся была достоверно выше в варианте этапного внесения хелатных удобрений КомплеМет, разница с контролем составила 50,0 %, 59,1 %, 23,3 %, 16,2 % и 26,1 % соответственно. У сорта Заславское урожайность была на 13,4 % выше в контрольном варианте, но показатель удельной продуктивности ППСШ, который является одним из наиболее объективных показателей продуктивности плодовых деревьев, так как характеризует потенциальную урожайность плодового дерева, был на 13,8 %

выше в варианте внесения удобрений КомплеМет. В порядке снижения различий с контролем по урожайности сорта яблони расположились в следующей последовательности: *Вербнае* > *Лучезарное* > *Алеся* > *Надзейны* > *Белорусское сладкое*.

В опыте у всех сортов яблони показатель удельной продуктивности штамба (УПШ) был выше при этапном внесении хелатных удобрений КомплеМет, разница с контролем у сортов составила: Лучезарное – 50,0 %, Вербнае – 58,3 %, Надзейны – 6,8 %, Белорусское сладкое – 23,3 % Алеся – 33,3 %. В порядке снижения различий с контролем по удельной продуктивности штамба сорта яблони расположились в следующей последовательности: *Вербнае* > *Лучезарное* > *Алеся* > *Белорусское сладкое* > *Заславское* > *Надзейны*.

Некорневое этапное внесение хелатных удобрений КомплеМет оказало влияние и на товарное качество плодов яблони. У всех изучаемых в опыте сортов яблони, по сравнению с контролем, в варианте внесения удобрений средняя масса плода была больше на 1-6 %, а выход плодов третьего товарного сорта был меньше на 14,8-35,7 %.

Таблица 4 – Интенсивность цветения, показатели продуктивности и товарное качество плодов яблони в зависимости от этапного внесения хелатных удобрений КомплеМет, среднее за 2010-2011 гг.

Вариант	Интенсивность цветения, балл	Урожайность,		Удельная продуктивность штамба, кг/см ²	Средняя масса плода, г	Выход плодов по товарным сортам, %		
		кг/дер.	т/га			1-й	2-й	3-й
Сорт яблони Лучезарное на среднерослом подвое ММ 106, 1111 дер./га								
Контроль	2,5	9,4	10,5	0,12	160,9	83,5		16,5
КомплеМет	2,5	14,1	15,6	0,18	161,0	88,4		11,6
<i>НСР</i> _{0,05}	0,41	0,83	0,42		4,83			
Сорт яблони Вербнае на среднерослом подвое ММ 106, 1111 дер./га								
Контроль	2,6	18,6	20,7	0,24	171,8	91,2		8,8
КомплеМет	2,6	29,6	32,9	0,38	178,2	92,5		7,5
<i>НСР</i> _{0,05}	0,57	3,45	0,62		4,87			
Сорт яблони Заславское на среднерослом подвое ММ 106, 741 дер./га								
Контроль	2,5	37,3	27,6	0,58	191,8	69,3	26,4	4,3
КомплеМет	2,3	32,2	23,9	0,66	202,7	79,9	18,7	1,4
<i>НСР</i> _{0,05}	0,49	3,35	1,79		16,31			
Сорт яблони Надзейны на полукарликовом подвое 57-545, 1111 дер./га								
Контроль	3,1	34,8	38,7	0,73	140,3	78,5	17,9	3,6
КомплеМет	3,2	42,9	47,7	0,78	147,2	79,3	18,0	2,7
<i>НСР</i> _{0,05}	0,54	3,51	0,57		3,98			
Сорт яблони Белорусское сладкое на полукарликовом подвое 57-545, 1111 дер./га								
Контроль	3,1	29,0	32,2	0,60	168,8	91,6		8,4
КомплеМет	3,0	33,7	37,4	0,74	179,1	94,6		5,4
<i>НСР</i> _{0,05}	0,74	2,16	0,715		3,19			
Сорт яблони Алеся на карликовом подвое 62-396, 1111 дер./га								
Контроль	3,3	33,7	37,5	0,39	158,8	89,3		10,7
КомплеМет	2,8	42,5	47,1	0,52	167,4	92,5		7,5
<i>НСР</i> _{0,05}	0,40	3,10	1,26		4,89			

Таким образом, в условиях интенсивного сада яблони этапное внесение хелатных удобрений КомплеМет значительно повысило урожайность и показатель удельной продуктивности площади поперечного сечения штамба, что наглядно представлено в таблице 5.

Таблица 5 – Влияние этапного некорневого внесения удобрений КомплеМет на продуктивность яблони, средние данные за два года (2010-2011 гг.)

Сорт яблони	Урожайность, кг/дер.				УПШ, кг/см ²			
	Контроль	Компле Мет	Прибавка к контролю,		Контроль	Компле Мет	Прибавка к контролю,	
			кг/дер.	%			кг/см ²	%
Лучезарное	9,4	14,1	+4,7	+50,0	0,12	0,18	+0,06	+50,0
Вербнае	18,6	29,6	+11,0	+59,1	0,24	0,38	+0,12	+58,0
Заславское	37,2	32,2	-5,0	-13,4	0,58	0,66	+0,08	+13,8
Надзейны	34,8	42,9	+8,1	+23,3	0,73	0,78	+0,05	+6,8
Белорусское сладкое	29,0	33,7	+4,7	+16,2	0,60	0,74	+0,14	+23,3
Алеся	33,7	42,5	+8,8	+26,1	0,39	0,52	+0,13	+33,3

Этапное внесение хелатных удобрений КомплеМет оказало положительное влияние на биохимический состав плодов (в стадии съемной зрелости) [33]. При обсуждении биохимического состава важно помнить о том, что концентрация элементов питания в тканях яблони меняется не только с возрастом, но и сильно зависит от активности протекающих в них метаболических процессов. Большинство элементов перемещаются в те зоны, где метаболические процессы протекают наиболее интенсивно. В связи с этим для оценки влияния удобрений КомплеМет на макро- микроэлементный состав листьев и плодов по вариантам опыта были отобраны образцы: листьев в конце июля 2011 г.; плодов по сортам в период потребительской зрелости (с 24.11.2011 г. по 03.01.2012 г.). Исследование химического состава проводили в сертифицированной лаборатории ГУ «РНПЦ гигиены», анализировали состав образцов сухих листьев и свежих плодов яблони в период потребительской зрелости (с 24.11.2011 г. по 03.01.2012 г.) (таблицы 6 и 7).

Содержание в листьях яблони всех изучаемых в опыте сортов таких микроэлементов как цинк и железо было выше при этапном внесении хелатных удобрений КомплеМет (таблица 6). По содержанию цинка разница с контролем составила в зависимости от сорта от 6,9 % до 34 %, с достоверной разницей для сортов Белорусское сладкое, Заславское, Надзейны, Имант. По содержанию железа разница с контролем составила от 6,3 % до 16,9 %, с достоверной разницей для сортов Алеся, Лучезарное, Белорусское сладкое. В порядке снижения различий с контролем по содержанию в листьях цинка сорта яблони расположились в следующей последовательности: *Имант > Белорусское сладкое > Заславское > Надзейны > Лучезарное > Вербнае > Алеся*; по содержанию в листьях железа последовательность была иной и имела практически обратное расположение: *Алеся > Лучезарное > Белорусское сладкое > Вербнае > Заславское > Надзейны > Иммант*.

Оптимальное содержание микроэлементов в листьях для яблони: по А.К. Кондакову: цинк – 40 мг/кг; железо – 180 мг/кг [15]; по З. Фаусту: цинк – 25 мг/кг; железо – 85 мг/кг [46]. Таким образом, в нашем опыте в листьях яблони всех сортов абсолютно всех вариантов содержалось недостаточное количество цинка и железа: по А.К. Кондакову дефицит, в зависимости от сорта, составил: для цинка – 54,7-74,0 %, для железа – 46,4-63,8 %; по З. Фаусту дефицит этих элементов был ниже и составил для цинка 27,6-58,6 % и для железа – 13,6-23,4 %. Следовательно, в опытных садах отдела технологии плодоводства существует реальная необходимость внесения цинк- и железосодержащих удобрений. Низкое содержание цинка в дерново-подзолистых суглинистых почвах характерно для Беларуси. Необходимо также принимать во внимание и то, что такую ситуацию может вызывать высокое содержание в почве фосфора и азота, а почвы опытного сада по содержанию подвижного фосфора относятся к высокообеспеченным.

Железа обычно не хватает на нейтральных и щелочных почвах, в случае дерново-подзолистых почв это следует связывать с избытком фосфора (и, возможно, алюминия).

Таблица 6 – Влияние некорневого внесения хелатных удобрений КомплеМет на содержание макро- и микроэлементов в листьях яблони

Вариант	P ₂ O ₅ , %	K ₂ O, %	CaO, %	MgO, %	Fe, мг/кг	Zn, мг/кг
	(±10 %)	(±15 %)	(±10 %)	(±10 %)	(±10 %)	(±10 %)
Оптимум по З. Фаусту [46]	0,22	1,5-2,0	1,5-1,8	0,35	85	25
Оптимум по А.К. Кондакову [15]	0,50	1,75	2,5	0,55	180	40
<i>Лучезарное</i>						
1. Контроль	0,35	1,60	1,16	0,22	73,34	11,14
2. КомплеМет	0,34	1,43	1,55	0,22	84,2	12,07
% отклонения от контроля	-2,8	-10,2	33,3	0,5	14,8	8,3
<i>Белорусское сладкое</i>						
1. Контроль	0,39	2,06	1,07	0,21	65,1	10,36
2. КомплеМет	0,36	1,35	1,68	0,23	71,66	12,43
% отклонения от контроля	-6,6	-34,6	56,7	8,9	10,1	20,0
<i>Алеся</i>						
1. Контроль	0,32	2,07	1,53	0,23	66,84	12,85
2. КомплеМет	0,33	1,99	1,81	0,22	78,14	13,74
% отклонения от контроля	3,0	-4,0	18,6	-4,9	16,9	6,9
<i>Вербнае</i>						
1. Контроль	0,41	2,55	2,13	0,23	88,85	16,88
2. КомплеМет	0,35	4,37	2,34	0,22	96,55	18,11
% отклонения от контроля	-15,68	71,74	10,04	-6,43	8,67	7,29
<i>Заславское</i>						
1. Контроль	0,36	2,95	1,19	0,20	83,15	10,44
2. КомплеМет	0,33	4,27	1,31	0,21	88,94	12,23
% отклонения от контроля	-10,61	44,88	9,64	7,85	6,96	17,15
<i>Надзейны</i>						
1. Контроль	0,32	4,32	0,97	0,18	73,23	11,04
2. КомплеМет	0,32	4,03	1,02	0,20	78,11	12,18
% отклонения от контроля	1,52	-6,80	4,99	9,42	6,66	10,33
<i>Имант</i>						
1. Контроль	0,33	3,77	1,26	0,24	79,13	13,15
2. КомплеМет	0,40	3,58	1,34	0,23	84,15	17,7
% отклонения от контроля	20,85	-5,01	5,90	-2,23	6,34	34,60
Примечание. Недостаточным или избыточным содержанием считается отклонение от оптимума на 25-30 %.						

Анализ химического состава листьев яблони не выявил, каких-либо закономерностей влияния этапного внесения удобрений КомплеМет на содержание таких макроэлементов как фосфор и калий (таблица 6). У разных сортов яблони ситуация складывалась по-разному: фосфора достоверно меньше содержали листья у сортов Вербнае (-15,7 %) и Заславское (-10,6 %), у сорта Имант – достоверно больше (+20,9 %); калия достоверно больше содержали листья сортов Вербнае (+71,7 %) и Заславское (+44,9 %), достоверно меньше – листья сорта Белорусское сладкое (-34,6 %).

В таблице 6 приведены оптимальные значения для макро- и микроэлементов, приведенные А.К. Кондаковым и З. Фаустом. Принимая во внимание агрохимическую ситуацию опытного сада (на момент отбора образцов листьев почва опытных садов

имела средний уровень обеспеченности гумусом, высокое и очень высокое содержание подвижного фосфора и обменного калия, низкое – кальция и повышенное – магния), в нашем случае предпочтительней применение норм, приведённых З. Фаустом, так как видится более логичным сопоставление данных растительной диагностики и агрохимических. Таким образом, в листьях опытных образцов всех вариантов фосфора содержалось больше оптимального количества на 45-86,4 %; близко к оптимальным количествам калия содержалось в листьях яблони сортов Лучезарное, Белорусское сладкое и Алеся, у сортов Вербнае, Заславское, Надзейны и Имант количество калия в листьях превышало оптимальные значения на 27,5-118,5 %.

Содержание кальция в листьях всех сортов яблони было выше при этапном внесении хелатных удобрений КомплеМет, с достоверной разницей для сортов Белорусское сладкое (56,7 %), Лучезарное (33,3 %), Алеся (18,6 %) и Вербнае (10,4 %). Оптимальное количество кальция накапливали листья сорта Алеся, выше оптимальных значений кальция листья сорта Вербнае, при этом следует отметить, что плоды сортов Алеся и Вербнае не поражаются горькой ямчатостью. У сортов Белорусское сладкое, Заславское, Надзейны и Имант содержание кальция в листьях находилось либо на нижней границе оптимума, либо было недостаточным (на 28,7-35,3 % меньше нижней границы), и их плоды поражались горькой ямчатостью.

Содержание магния в листьях всех сортов яблони при этапном внесении хелатных удобрений КомплеМет было незначительно выше, чем в контроле. Тем не менее, во всех образцах листьев содержание магния было недостаточным (на 31,4-49,6 % ниже оптимума). Следует отметить и то, что у всех изучаемых в опыте сортов яблони содержание в листьях калия было выше, чем магния, более чем в 5 раз. Низкое накопление, как кальция, так и магния, характерно для кислых почв с избытком калия.

Обработка растений хелатными удобрениями КомплеМет вызвала неоднозначную ответную реакцию у исследуемых сортов яблони в плане изменения химического состава их плодов (таблица 7). Так, не было отмечено однозначного влияния внесения хелатных удобрений на содержание таких макроэлементов как фосфор и калий. Содержание фосфора находилось на верхних границах оптимального содержания элемента и было больше в плодах большинства сортов яблони в контрольном варианте, достоверно больше у сортов Белорусское сладкое и Вербнае. Содержание калия у сортов Лучезарное, Белорусское сладкое и Вербнае было достоверно больше в плодах контрольного варианта, в то время как у сортов Заславское, Имант, Надзейны и Заря Алатау – при этапном внесении хелатных удобрений. Здесь необходимо отметить, что содержание калия в плодах большинства сортов значительно превышало оптимальные значения.

Содержание кальция было больше в плодах абсолютно всех сортов яблони при этапном внесении хелатных удобрений, с достоверной разницей для сортов Вербнае (80,6 %), Белорусское сладкое (42,4 %), Алеся (18,9 %) и Заславское (11,0 %). Однако содержание кальция в плодах всех сортов и вариантов было недостаточным, и только у сортов Лучезарное, Заславское, Заря Алатау и Вербнае, в лучшем случае, находилось на уровне нижних границ оптимальных значений.

Содержание магния и железа в плодах большинства сортов так же было больше при этапном внесении хелатных удобрений, достоверно больше магния содержали плоды сортов Вербнае (98,1 %), Белорусское сладкое (40 %), Надзейны (17,6 %); железа – плоды сортов Белорусское сладкое (78,6 %), Алеся (45,2 %) и Вербнае (36,7 %). Не было отмечено достоверных различий по содержанию в плодах цинка.

Усиление минерального питания обусловило увеличение в плодах всех сортов яблони содержания сухих веществ (на 5-36 %), что может свидетельствовать об активизации в них биосинтеза различных органических соединений, при наиболее выраженном

эффекте у сортов Белорусское сладкое, Заря Алатау, Вербнае, Заславское Надзейны и Имант.

Таблица 7 – Влияние этапного некорневого внесения хелатных удобрений КомплеМет на содержание макро- и микроэлементов в плодах яблони в стадии потребительской зрелости, мг/кг сырого вещества

Вариант	Р, мг/кг	К, мг/кг	Са, мг/кг	Mg, мг/гк	Fe, мг/кг	Zn, мг/кг	Массовая доля сухих веществ, %
Оптимум по Т.С.Ширко [49]	(±10 %) 68-211	(±15 %) 639-2280	(±10 %) 58-170	(±10 %) 50-100	(±10 %) 1,5-11,7	(±10 %) 0,2-2,8	%
<i>Сорт яблони Лучезарное</i>							
1. Контроль	195	2576	56	93	2,44	0,67	12,0
2. КомплеМет	200	1463	58	96	2,38	0,70	12,0
% отклонения от контроля	2,6	-43,2	3,6	3,2	-2,5	4,5	0,0
<i>Сорт яблони Белорусское сладкое</i>							
1. Контроль	280	4604	33	75	1,03	0,63	11,4
2. КомплеМет	163	3599	47	105	1,84	0,64	15,6
% отклонения от контроля	-41,8	-21,8	42,4	40,0	78,6	1,6	36,8
<i>Сорт яблони Алеся</i>							
1. Контроль	158	1955	37	71	1,88	0,78	13,1
2. КомплеМет	149	1897	44	74	2,73	0,78	13,1
% отклонения от контроля	-5,7	-3,0	18,9	4,2	45,2	0,0	0,0
<i>Сорт яблони Вербнае</i>							
1. Контроль	222	3006	31	52	1,66	0,48	10,9
2. КомплеМет	169	1822	56	103	2,27	0,44	12,4
% отклонения от контроля	-23,9	-39,4	80,6	98,1	36,7	-8,0	13,8
<i>Сорт яблони Заславское</i>							
1. Контроль	187	1347	59	58	2,33	0,48	9,6
2. КомплеМет	188	1853	66	61	2,56	0,49	10,5
% отклонения от контроля	0,5	37,6	11,9	5,2	9,9	3,3	9,4
<i>Сорт яблони Надзейны</i>							
1. Контроль	182	1534	53	68	2,48	0,51	13,1
2. КомплеМет	190	1703	55	80	2,55	0,51	13,9
% отклонения от контроля	4,4	11,0	3,8	17,6	2,8	0,8	6,1
<i>Сорт яблони Имант</i>							
1. Контроль	193	2432	29	86	2,74	0,74	14,1
2. КомплеМет	191	2812	31	107	2,56	0,73	14,8
% отклонения от контроля	-1,0	15,6	6,9	24,4	-6,6	-0,6	5,0
<i>Сорт яблони Заря Алатау</i>							
1. Контроль	207	3279	70	96	2,59	0,72	13,6
2. КомплеМет	202	3742	73	95	2,48	0,71	15,6
% отклонения от контроля	-2,4	14,1	4,3	-1,0	-4,2	-1,4	14,7

Этапное некорневое внесение удобрений КомплеМет повлияло на сохранность плодов яблони (таблица 8). Плоды урожая 2010 и 2011 гг. закладывали на хранение в вентилируемое плодохранилище с постоянной температурой +4 °С. У всех сортов яблони плоды лучше хранились в варианте этапного внесения удобрений КомплеМет, разница в выходе здоровой продукции, в зависимости от сорта, составила от 8,6 % у сортов Заславское и Алеся до 32 % – у сорта яблони Белорусское сладкое (таблица 8).

Таблица 8 – Влияние этапного некорневого внесения удобрений КомплеМет на сохранность плодов, средние данные за два года (2010-2012 гг.)

Вариант	Выход здоровых плодов, %	Естественная убыль массы, %	Физиологические расстройства, %	Гнили, %	Суммарная убыль, %	Прибавка к контролю,	
						кг/дер.	%
<i>Вербнае</i>							
Контроль	85,3	3,3	1,0	10,4	14,7		
КомплеМет	93,6	1,9	0	4,5	6,4	+8,3	+9,7
<i>Заславское</i>							
Контроль	88,1	4,0	0,5	7,5	11,9		
КомплеМет	95,7	3,0	0	1,4	4,3	+7,6	+8,6
<i>Надзейны</i>							
Контроль	70,3	2,6	23,4	3,7	29,7		
КомплеМет	79,6	1,4	17,0	2,0	20,4	+9,3	+13,2
<i>Белорусское сладкое</i>							
Контроль	63,0	0,8	17,6	18,6	37,0		
КомплеМет	83,3	0,4	6,7	9,6	16,7	+20,3	+32,2
<i>Алеся</i>							
Контроль	85,9	5,0	0	9,1	14,1		
КомплеМет	93,3	3,6	0	3,1	6,7	+7,4	+8,6

ВЫВОДЫ

В условиях интенсивного сада этапное некорневое внесение микро-макроэлементных хелатных удобрений КомплеМет у шести сортов яблони различных сроков созревания оказало положительное влияние на ростовые процессы, плодоношение, товарное качество и биохимический состав плодов. По сравнению с контролем при этапном некорневом внесении хелатных удобрений КомплеМет суммарная длина однолетнего прироста яблони была больше на 3-30 %, урожайность – на 16,2-59,1 %, удельная продуктивность площади поперечного сечения штамба – на 7-58 %, средняя масса плода выше до 6 %, а выход плодов третьего товарного сорта был меньше на 15-36 %.

Этапное некорневое внесение хелатных удобрений КомплеМет оказало положительное влияние на биохимический состав листьев и плодов яблони. Под действием испытывавшегося агроприёма в зависимости от сорта увеличилось содержание в листьях: кальция – от 2,5 до 56,7 %, железа – от 6,3 до 16,9 % и цинка – от 6,9 до 20 %, магния – на 7,9-9,4 %; в плодах яблони большинства сортов увеличилось содержание сухих веществ – на 5-36,8 %, кальция – от 3,6 до 80,6 %, магния – на 3,2-24,4 %, железа – на 2,8-78,6 % и цинка – 1,6-4,5 %, после хранения выход товарной продукции был выше на 8,6-32 %.

В яблоневых садах, заложенных на дерново-подзолистых суглинистых почвах с высоким уровнем содержания в почве подвижного фосфора и обменного калия, из системы этапного некорневого внесения хелатных удобрений КомплеМет следует исключить внесение в конце июля – начале августа удобрения КомплеМет–Р, К, в связи с высоким накоплением этих макроэлементов в плодах.

На основании проведенных исследований этапное некорневое внесение хелатных удобрений торговой марки «КомплеМет» (ООО «Новые технологии и продукты») рекомендовано для внедрения в агропромышленный комплекс, как элемент технологии возделывании интенсивных садов яблони в агроклиматических условиях Республики Беларусь, и для применения в частном приусадебном хозяйстве при возделывании яблони.

Литература

1. Анспок, П.И. Микроудобрения: справочник / П.И. Анспок. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ленинград: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1990. – 272 с.
2. Бабук, В.И. Основные показатели минерального питания растений и принципы разработки системы применения удобрений при интенсивной культуре яблони / В.И. Бабук // Актуальные вопросы интенсивных технологий в плодоводстве. – Кишинев, 1990. – С. 4-11.
3. Берзегова, А.А. Биохимический состав плодов в связи с особенностями почвенных условий / А.А. Берзегова // Труды Куб ГАУ. – 2009. – Вып. 12. – С. 121-128.
4. Боровкова, А.С. Сравнительная эффективность разных форм азотных удобрений и хелатных микроэлементов при возделывании кукурузы на силос в лесостепи Заволжья: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / А.С. Боровкова. – Кинель, 2003. – 198 с.
5. Булыгін, С.Ю. Мікроелементи в сільському господарстві / С.Ю. Булыгін. – 3-е вид. доповнене. – Дніпропетровськ, «Січ». – 2007. – 100 с.
6. Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Методы определения ионов калия: ГОСТ 23268.7-78. – Введ. 01.01.1980. – М., 1983. – С. 5.
7. Горбач, Н.М. Повышение эффективности применения удобрения как механизм устойчивости и стабильной продуктивности садов // Н.М. Горбач, А.В. Дмитриенко // 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. 117-120.
8. Державин, Л.М. Химизация и экология / Л.М. Державин // Химизация сельского хозяйства. – 1991. – № 7. – С. 3-7.
9. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1973. – С. 155-328.
10. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / РУП «Ин-т защиты растений»; под ред. С.В. Сороки. – Минск: Белорус. наука, 2005. – С. 405-417.
11. Капичникова, Н.Г. Некорневые подкормки яблони / Н.Г. Капичникова [и др.]. // Наше сельское хозяйство. – 2011. – № 6. – С. 87-91.
12. Кладь, А.А. Повышение эффективности минерального питания яблони / А.А. Кладь, Т.Н. Дорошенко // Садоводство и виноградарство. – 2001. – № 5. – С. 8-10.

13. Кондаков, А.К. Новая технология удобрения интенсивных садов с почвенно-лиственной диагностикой питания / А.К. Кондаков // Слаборослое садоводство // Сб. докл. / ВНИИС им. И.В. Мичурина; редкол.: В.А. Гудковский (гл. ред.) [и др.]. – Мичуринск, 1999. – Ч. 2. – С. 114-117.

14. Кондаков, А.К. Новая технология удобрения садов с корректировкой доз элементов питания / А.К. Кондаков // Основные итоги и перспективы научных исследований ВНИИС им. И.В. Мичурина (1931-2001 гг.): сб. науч. трудов / Тамбовский ТГТУ, ВНИИС им. И.В. Мичурина; редкол.: В.А. Гудковский (гл. ред.) [и др.]. – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2001. – Т. 2. – С. 37-48.

15. Кондаков, А.К. Удобрения плодовых деревьев, ягодников, питомников и цветочных культур / А.К. Кондаков. – Мичуринск, 2006. – 252 с.

16. 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.

17. Коновалов, С.Н. Влияние удобрений 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.

18. Криворучко, Г.И. Эффективность внекорневых подкормок в интенсивных садах / Г.И. Криворучко // Садоводство. – 1986. – № 4. – С. 17-18.

19. Кудрявец, Р.П. Справочник. Плодовые культуры / Р.П. Кудрявец [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1991. – С. 182-221.

20. Макаренко, Л.Н. Основные тенденции применения минеральных удобрений за рубежом / Л.Н. Макаренко. – М.: ВНИИТЭИ агропром., 1990. – 64 с.

21. Методика автоклавной пробоподготовки продовольственного сырья, пищевых продуктов, биологических материалов, косметической продукции, почвы, отходов производства и потребления для определения содержания в них токсичных и минеральных элементов // Инстр. 4.1.10-14-5-2006.

22. Методика выполнения измерений концентраций элементов в жидких пробах на спектрометре ALR 3410+: МВИ.МН.1792-2002. – Введ. 10.09.2002. – Минск: Министерство здравоохранения Республики Беларусь.

23. Методические указания по диагностике потребности плодовых и ягодных культур в удобрениях в Республике Беларусь: науч.-метод. изд. / РУП «Ин-т плодоводства»; сост.: В.А. Самусь [и др.]. – Самохваловичи, 2007. – 38 с.

24. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А.И. Ермакова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Ленинград, 1987. – 430 с.

25. 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 // Вестник с.-х. науки Казахстана. – 1982. – № 4. – С. 46-50.

26. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ВНИИС; под общ. ред. Г.А. Лобанова. – Мичуринск: ВНИИС, 1973. – 496 с.

27. 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.

28. 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.

29. 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.

30. Реаксолин АБС – уникальное микроудобрение для предпосевной обработки семян и некорневой подкормки // АГРОПРОММДТ [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа: <http://www.agromdt.ru/index.php?idl=8&id2=99>. – Дата доступа: 15.02.2007.

31. 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.

32. Рекомендации по применению макро- и микроудобрений в яблоневом саду: науч.-метод. изд. / РУП «Ин-т плододводства»; сост.: И.С. Леонович [и др.]. – Самохваловичи, 2011. – 16 с.

33. Рупасова, Ж.А. Оценка влияния некорневого внесения макро-микроэлементных хелатных удобрений «КомплеМет» на биохимический состав плодов яблони / Ж.А. Рупасова, Т.В. Рябцева // Плодоводство: науч. тр. / РУП «Ин-т плододводства»; редкол.: В.А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2012. – Т. 24. – С. 36-52.

34. Рябцева, Т.В. Влияние биологических и минеральных удобрений на биохимический состав плодов, листьев и агрохимические показатели почвы в саду яблони / Т.В. Рябцева, С.Л. Липская, О.И. Камзолова // Плодоводство: науч. тр. / Институт плододводства НАН Беларуси; редкол.: В.А. Матвеев (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2005. – Т. 17. – Ч. 1. – С. 166-171.

35. Рябцева, Т.В. Влияние некорневого внесения водорастворимых удобрений на рост и плодоношение яблони, качество и сохранность плодов / Т.В. Рябцева, Н.Г. Капичникова // Плодоводство: науч. тр. / РУП «Ин-т плододводства»; редкол.: В.А. Матвеев (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2007. – Т. 19. – С. 74-80.

36. Рябцева, Т.В. Влияние некорневого внесения удобрений на биохимический состав плодов и листьев яблони / Т.В. Рябцева // Роль отрасли плододводства в обеспечении продовольственной безопасности и устойчивого роста: материалы междунар. науч. конф., пос. Самохваловичи, 23-25 августа 2011 г. / РУП «Ин-т плододводства»; редкол.: В.А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2011. – С. 185-191.

37. Рябцева, Т.В. Некорневое внесение водорастворимых удобрений и полифункционального биопрепарата в саду яблони / Т.В. Рябцева, Н.Г. Капичникова // Регуляция роста, развития и продуктивности растений: материалы V Междунар. науч. конф., г. Минск, 28-30 ноября 2007 г. / Ин-т экспериментальной ботаники НАН Беларуси; редкол.: Н.А. Ламан (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2007. – С. 178.

38. Рябцева, Т.В. Экономическая эффективность некорневого внесения водорастворимых удобрений в саду яблони / Т.В. Рябцева, Т.М. Костюченко, Н.Г. Капичникова // Пути реализации потенциала высокоплотных плодовых насаждений: материалы междунар. науч. конф., посвящ. 85-летию со дня рожд. А.С. Девятова, пос. Самохваловичи, 1 июля-15 авг. 2008 г. / РУП «Ин-т плододводства»; редкол.: В.А. Матвеев (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2008. – С. 97-100.

39. Рябцева, Т.В. Экономическая эффективность применения некорневого внесения водорастворимых удобрений в саду яблони / Т.В. Рябцева, Т.М. Костюченко, Н.Г. Капичникова // Плодоводство: науч. тр. / РУП «Ин-т плодоводства»; редкол.: В.А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2009. – Т. 21. – С. 112-118.

40. Рябцева, Т.В. Эффективность некорневого внесения полифункционального биопрепарата «Экосил» и полного минерального удобрения в интенсивном саду яблони / Т.В. Рябцева, Н.Г. Капичникова // Совершенствование сортимента и технологии возделывания плодовых и ягодных культур: Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 165-летию со дня основания ГНУ ВНИИСПК РАСХН, г. Орёл, Россия, 27-30 июля 2010 г. / ВНИИСПК; редкол.: М.Н. Кузнецов [и др.]. – Орёл, 2010. – С. 198-202.

41. Рябцева, Т.В. Эффективность некорневого внесения различных водорастворимых микро- и макроудобрений и полифункционального биопрепарата Экосил в саду яблони / Т.В. Рябцева // Плодоводство: науч. тр. / РУП «Ин-т плодоводства»; редкол.: В.А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2009. – Т. 21. – С. 99-111.

42. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб минерализацией для определения содержания токсичных элементов: ГОСТ 26929-94. – Введ. 01.01.1996. – Минск: Изд-во межгосударственный стандарт, 2010. – 12 с.

43. Тихонов, В.В. Оптимизация питания яблони в интенсивных насаждениях в условиях аллювиальных почв Прикубанской зоны плодоводства Краснодарского края: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07 / В.В. Тихонов. – Краснодар, 2003. – 167 л.

44. Трунов, Ю.В. Эффективность применения минеральных удобрений и известкования в яблоне саду / Ю.В. Трунов, А.А. Трунов, Д.Н. Еремеев // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 8. – С. 18-19.

45. Удобрение КомплеМет–Свекла // [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <http://www.dnt.by/ru/fertilizers/chelate/17>. – Дата доступа: 19.01.2012.

46. Фауст, М. Минеральное питание плодовых деревьев / М. Фауст // Физиология плодовых деревьев умеренной зоны. - Нью-Йорк/ Чичестер / Брисбейн / Торонто / Сингапур: JOHN WILEY & SONS. – лаб. плодоводства Белтсвиллского с.-х. науч. центра, служба с.-х. США, Белтсвилл, Мэриленд (перевод с англ., редакция и предисловие д. с.-х. наук Ю.Л. Кудасова). – Орёл, 2000. – С. 62-116.

47. Хелатные микроудобрения или просто хелаты // «Институт почвоведения» (Украина) [Электронный ресурс]. – 19.03.2009. – Режим доступа: http://www.sianieshop.ru/newsdesk_info.php?newsdesk_id=7. – Дата доступа: 19.05.2010.

48. Чекан, А.С. Действие различных уровней питания на пищевой режим почвы, некоторые стороны обмена веществ и продуктивность молодых деревьев яблони / А.С. Чекан // Физиологические особенности роста и развития плодовых растений в условиях интенсивной культуры / Ин-т физиологии и биохимии растений Акад. Наук Молдавской ССР. – Кишинёв: Штиинца, 1988. – С. 67-79.

49. Ширко, Т.С. Биохимия и качество плодов / Т.С. Ширко, И.В. Ярошевич. – Минск: Навука і тэхніка, 1991. – 294 с.

50. 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.

51. 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.

52. 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.

53. 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.

54. Beelinska, E.J. Zawartosc mineralnych form azotu w glebie sadu jabloniowego w zaleznosci od metody jej pielegnacji // E.J. Beelinska // *Acta Sci. Polonorum. Seria Hort. Cult.* – 2004. – № 3(2). – P. 131-146.

55. Cieslincki, G. Zanim bedziemy nawozic sady azotem / G. Cieslincki // *Sad Nowoczesny.* – 2000. – № 5. – S. 12-13.

56. 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. – C. 88-90.

57. 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. – Esteban A. Herrera Extension Horticulturist. – Mode of access: http://aces.nmsu.edu/pubs/_h/h-319.html. – Date of access: 15.12.2010.

58. Guide, H. Fertilization Programs for Apple Orchards / H. Guide // College of Agriculture, Consumer and Environmental Sciences New Mexico State University [Electronic resource]. – 05.2006. – Esteban A. Herrera Extension Horticulturist. – Mode of access: http://aces.nmsu.edu/pubs/_h/h-319.html. – Date of access: 04.01.2009.

59. 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. – C. 65-67.

60. 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. – C. 84-87.

61. Kobierski, M. Zawartosc miedzi, zinku, mangamu i zalaza w glebach sadow jabloniowych w 27 i 30 roku ich uzytkowania / M. Kobierski // *Acta Sci. Polonorum. Seria Hort. Cult.* – 2004. – № 3(2). – P. 161-170.

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

63. Neilsen, S. Strategies for nutrient and water management of high density apple orchards on coarse textured soils / S. Neilsen, D. Neilsen // *II Ogolnopolskie symp. miner. odzywiania roslin sadowniczych, Warszawa, 7-8 wrzesnia 2004 r. / Szkola Glowna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydzial Ogrodnictwa i Architektury Krajbrazu, Katedra Sadownictwa i Przyrodniczych Podstaw Ogrodnictwa; red.: E. Jadczyk [i in].* – Warszawa, 2004. – P. 18-19.

64. Nutrient Management of Apple Orchards // *New England Tree Fruit Management Guide* [Electronic resource]. – 2009. – Mode of access: <http://www.umass.edu/fruitadvisor/2009/netfmsan156/10-nutrientmgt.pdf>. – Date of access: 24.04.2010.

65. 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.* – Skierniewice, 2001. – 91 s.

66. 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.

67. Pacholak, E. Wpływ nawożenia azotem na zawartość składników mineralnych w glebie, liściach i owocach jabłoni odmiany "Sampion" / E. Pacholak, M. Zachwieja, Z. Zydlik // 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. 53-54.

68. 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.

69. Ramdane, D Mineral nutrition of deciduous fruit crop // 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.]. – Самохваловичи, 2000. – Т. 13. – С. 135-137.

70. 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.

71. Stiles, W.C. Orchard nutrition management: Information bulletin 219 / W.C. Stiles, W. Shaw Reid. – Cornell Cooperative Extension, 1991. – 23 с.

72. Swift, C.E. Fertilizing Fruit Trees / C.E. Swift // [Electronic resource]. – 07.2009. – Mode of access: <http://www.ext.coloste.edu/pubs/garden/07612.html>. – Date of access: 24.04.2010.

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

74. 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.

75. 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.

76. 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.

77. 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 [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. – С. 44-50.

78. 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.

**THE INFLUENCE OF FOLIAR APPLICATION OF THE CHELATED
FERTILIZERS COMPLEMET ON APPLE TREE GROWTH
AND DEVELOPMENT OF VARIOUS CULTIVARS**

T.V. Ryabtseva

ABSTRACT

The article presents the experimental data for 2010-2011 researches of an influence of foliar application of micro and macroelement chelated fertilizers CompleMet on growth, fructification, fruits commercial quality and storability, leaf biochemical composition of six cultivars and fruit biochemical composition of eight cultivars of an apple tree in an intensive fruit bearing orchard.

As a result of the researches made it was established, that gradual application of the chelated fertilizers CompleMet had made a positive influence on apple trees growth and fructification, fruits commercial quality and storability. Basically, growth processes were passing more intensively at gradual foliar application of the chelated fertilizers CompleMet. At all studied apple cultivars their yield, specific efficiency of a stem, average fruit weight and output of the first and second commercial cultivars were higher at the variant of the experienced agro method.

A foliar application of the chelated fertilizers CompleMet made a positive influence on biochemical composition of apple leaves and fruits. It was shown, that concerning the control under the influence of the experienced agro method there was observed an increase in leaves content of calcium, iron, zinc and magnesium for the majority of the cultivars. The content of dry matters and calcium increased in apple fruits of all cultivars. The content of iron, magnesium and zinc increased at the majority of the cultivars.

Key words: apple tree, cultivars, foliar application, chelated fertilizers CompleMet, growth, fruits yield and quality, biochemical fruit composition, organic acids, soluble sugar, pectin substances, micro and macro elements, Belarus.

Дата поступления статьи в редакцию 12.04.2013