

УДК 631.81.095.337:634.1/.7

**АСПЕКТЫ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ
ВОДОРАСТВОРИМЫХ УДОБРЕНИЙ (ВОДОРАСТВОРИМЫХ КОМПЛЕКСОВ)
ПРИ ВНЕКОРНЕВОМ ВНЕСЕНИИ В ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ**

А.С. Бруйло, П.С. Шешко

УВО «Гродненский государственный аграрный университет»,
ул. Терешковой, 28, г. Гродно, 230008, Беларусь,
e-mail: kafedra.plod@mail.ru

РЕЗЮМЕ

В статье представлен обзор литературных источников по вопросам внекорневого внесения комплексных водорастворимых удобрений (водорастворимых комплексов) в плодово-ягодных насаждениях.

Выявлено, что внекорневое внесение минеральных элементов ни в коей мере не заменяет их почвенного внесения, а лишь дополняет его. Этот агроприем позволяет оперативно корректировать системы минерального питания плодово-ягодных насаждений, в кратчайшие сроки восполняя недостаток или «смягчая» избыток отдельных макро- и микроэлементов.

Рассмотрен и проанализирован комплекс факторов (агроклиматические условия вегетационного периода и календарного года, концентрация наносимого раствора, температура и относительная влажность воздуха в момент внекорневого внесения, реакция питательного раствора, чистота поверхности листовых пластинок, время суток, краевой угол нанесения раствора, характер нанесения раствора, возраст листовой пластинки, форма связи микроэлементов в водорастворимых удобрениях), от соблюдения которых в значительной степени и зависит эффективность внекорневого внесения комплексных водорастворимых удобрений (водорастворимых комплексов) в плодово-ягодных насаждениях.

Ключевые слова: комплексные водорастворимые удобрения, водорастворимые комплексы, внекорневое внесение, хелатные удобрения, минеральное питание, макроэлементы, микроэлементы, Беларусь.

Оптимальное обеспечение минеральными элементами питания является одним из важнейших факторов нормальной жизнедеятельности растений, наряду со светом, влагой и теплом.

Сбалансированное минеральное питание способствует более полной реализации плодовым растением своего генетического потенциала роста и продуктивности. Однако в настоящее время доказано, что кроме основных элементов питания (азот, фосфор и калий) растению необходимы и другие макро- и микроэлементы. Их роль в организме растения различается, но отсутствие некоторых из них может привести даже к последующей гибели растения [2].

Улучшить условия питания плодовых и ягодных культур можно с помощью внекорневых подкормок растворами специальных удобрений (водорастворимые комплексы макро- и микроэлементов). Агроприем призван способствовать оптимизации условий прохождения плодовыми деревьями и ягодными кустарниками этапов органогенеза в экстремальных климатических условиях и, как следствие, получению полноценного урожая. Кроме того, применение внекорневых подкормок водорастворимыми комплексами в оптимальные сроки должно максимально нивелировать действие абиотических факторов [2, 3, 5, 6, 18].

Однако, несмотря на достаточную степень изученности отдельных аспектов проблемы внекорневого применения макро- и микроэлементов в плодоводстве, в настоящее время отсутствуют конкретные и четкие рекомендации по применению водорастворимых комплексов макро- и микроэлементов в плодовых насаждениях интенсивного типа Республики Беларусь [4, 10, 22].

Дискуссионными и открытыми остаются вопросы оптимизации минерального питания особенно применительно к интенсивным садам яблони на слаборослых подвоях [15].

Общеизвестно, что питание растений может происходить через листовую поверхность и корневую систему [24].

Внекорневое внесение следует рассматривать как дополнение почвенного питания, но ни в коем случае не как замена его. Внекорневое внесение минеральных элементов не может обеспечить полной замены почвенному внесению удобрений [15, 21, 34].

Общий вклад в содержание макро- и микроэлементов в плодово-ягодных растениях, вносимых внекорневым способом, не превышает 10-20 % от их суммарного содержания. Вклад же одной листовой подкормки в общем содержании питательных элементов составляет до 5 %. Тем не менее, практика применения комплексных водорастворимых удобрений в виде внекорневой подкормки вполне обоснована [34].

Внекорневое внесение обеспечивает быстрое реагирование плодово-ягодных растений при недостатке питательных элементов, необходимое для прохождения растениями критических периодов их роста и развития, или дает растению питательное ускорение на определенный период.

В исследованиях W.C. Stiles, при внесении меченых минеральных элементов питания внекорневым способом на плантации малины отмечалось их быстрое проникновение в зону максимального роста и сосредоточение там в высокой концентрации в течение одной недели после их внесения [34].

Поглощение питательных веществ происходит в две фазы. На первом этапе происходит неметаболический обмен, сорбция, обмен и последующая диффузия элементов, что происходит весьма быстро (в течение 3-5 часов после их внесения), благодаря внутреннему межклеточному проникновению.

Вторая фаза происходит с помощью механизмов адсорбции и ведет к необратимому накоплению элементов питания в тканях. Физиологическое воздействие этого явления длится не менее 9 дней [23, 25].

Влияние внекорневого внесения макроэлементов отмечалось В.М. Тарасовым и В.Ф. Коваленко. Внекорневые подкормки яблони фосфором и калием усиливают фотосинтетическую активность листьев в первые 10-15 суток после их внесения, затем эффект снижается и по истечении 25-30 суток затухает, что способствует заложению цветочных почек и предотвращает опадение завязи и плодов [23].

Недостаток или отсутствие какого-либо элемента питания в данный период приводит к снижению урожайности и качества продукции. Последующее поступление этого элемента уже не может исправить ситуацию полностью [6, 9, 21, 30].

Потребность плодово-ягодных растений в питательных веществах непосредственно обусловлена изменением массы и состава растений. Отсюда следует, что стоит уделить больше внимания важнейшим фенофазам развития растений, т.к. изменения в развитии производят физиологические перестройки, вызывающие изменения многих параметров, несмотря на постоянство внешних условий [11, 23].

Потребление макро- и микроэлементов из почвы в первые 3-4 недели весной корневой системой не производится, рост и развитие плодовых растений происходят за счет запаса питательных веществ, накопленных в корнях, штамбах, сучьях, а также запасов, накопленных в прошедший послеуборочный период. Это обеспечивает исключительную важность внекорневого внесения водорастворимых комплексов удобрений для эффективного устранения недостатка питания. Наибольшая необходимость применения водорастворимых комплексов отмечается весной, особенно в период цветения, при низких температурах почвы [1, 3, 6, 15, 16, 24].

Высокая их эффективность также отмечается в период максимального роста побегов и увеличения листовой массы, т.к. скорость поглощения элементов питания из почвы и транспортировка их к зоне роста не перекрываются корневой системой.

Кроме того, внекорневое внесение эффективно при обеспечении элементами питания, обладающими низкой подвижностью при поглощении их из почвы, и сложно точно контролировать время и скорость их поступления [28].

Однако перспективность внесения комплексных водорастворимых удобрений внекорневым способом не всегда обеспечивает высокую технологическую и экономическую эффективность, а в некоторых случаях может привести и к повреждению растений [24].

Совершенствование системы минерального питания яблони должно базироваться на изучении биологических особенностей многолетних растений, взаимодействии их в системе «почва-растение-урожай», что определяет специфичность потребления, транспортировки и перераспределения элементов минерального питания, накопления их в плодах и вегетативных органах [19].

В плодоводстве применяется несколько методов диагностики потребности в минеральном питании. К ним относятся:

- 1) аналитическая диагностика (основана на регулярном, точном отборе проб в строго установленные сроки в плодах, листьях, тканях и почве);
- 2) визуальная диагностика (фенологические наблюдения за качественными показателями роста и развития и определение недостатка того или иного элемента по симптомам дефицита).

Однако обоснованные решения при разработке программ минерального питания плодово-ягодных насаждений необходимо давать при комплексном использовании соответствующих методов диагностики и их анализа [7, 27, 33].

Минеральное питание следует корректировать с учетом листовой диагностики [7, 29, 30, 31].

Комплексные водорастворимые удобрения следует вносить в соответствии с фазами роста и развития растений применительно к отдельным породам и сортам в конкретных почвенно-климатических условиях их выращивания [32].

На эффективность применения комплексов макро- и микроэлементов внекорневым способом оказывают влияние различные факторы.

1. Агроклиматические условия вегетационного периода и календарного года. Поглощение и использование питательных веществ из водорастворимых удобрений определяется температурно-влажностными характеристиками периода вегетации и ка-

лендарного года в целом. Низкие температуры оказывают негативное влияние на внекорневое поступление элементов питания, а при температурах ниже +10 °С внекорневое удобрение и вовсе является неэффективным. Весьма существенное влияние на эффективность внекорневого поглощения минеральных элементов, особенно азота и фосфора, оказывает количество и характер выпадения осадков в течение календарного года, а также весенние продуктивные запасы влаги в почве. Как недостаток, так и избыток влаги снижают потребление, а следовательно, и эффективность внекорневого внесения удобрений, которая в засушливые годы снижается на 36 %, а во влажные увеличивается на 52 %. В первую очередь это относится к азоту, менее всего – фосфору [9, 21].

При температурах ниже +10 °С интенсивность питания растений падает, наиболее эффективным оказалось поглощение растениями питательных элементов при температуре +25 °С [21].

Водный стресс вызывает замыкание устьиц, которые играют исключительно важную роль в поглощении питательных веществ, в значительной степени снижая эффективность внекорневого внесения водорастворимых удобрений [28].

2. Концентрация наносимого раствора. Концентрация раствора зависит от вносимых элементов, фаз роста и развития почек конкретных видов плодово-ягодных растений. Объем рабочего раствора может различаться в зависимости от объема деревьев, их возраста и плотности посадки [32].

Для внекорневой подкормки рекомендуется применять макро- и микроэлементы при совместном их внесении в концентрациях от 0,3-0,5 до 1-2 %, в зависимости от содержания микроэлементов в конкретных удобрениях [25].

3. Температура и относительная влажность воздуха в момент внекорневого внесения. Необходимо также учитывать и погодные условия, складывающиеся при внесении препарата. Медленное высыхание капли при высокой температуре при относительной влажности воздуха 80 % и более приводит к повреждению листьев и плодов (их ожогам). Высокая влажность воздуха задерживает испарение нанесенной капли питательного раствора, увеличивая тем самым коэффициент его поглощения [32]. С другой стороны, повышенная влажность воздуха при высокой его температуре может приводить к травмированию листовой пластинки солнечными лучами, использующими долго невысыхающую каплю в качестве линзы [34].

Влага на поверхности листьев способствует лучшей проницаемости кутикулы и, следовательно, более высокой степени адсорбции растворов [2].

4. Реакция питательного раствора.

В опытах с контейнерной культурой малины сорта Heritage в условиях защищенного грунта (относительная влажность воздуха 65 %, температура +21 °С), проведенных в отделе фруктов и овощей Корнельского университета, показано, что эффективность поглощения изотопа ^{15}N из мочевины практически не зависела от кислотности раствора этого удобрения. В диапазоне pH от 3 до 10 присутствие изотопа отмечалось во всех органах растений через 6 часов, а в течение 32 часов после внесения было поглощено примерно 50 % от его содержания в исходном удобрении. Минимальное время регистрации и динамика поглощения изотопа, а также максимальное время его пребывания во всех частях малины не зависело от степени кислотности раствора мочевины [32].

5. Чистота поверхности листовых пластинок. Скорость поглощения минеральных удобрений, внесенных внекорневым способом, зависит от степени чистоты поверхности листа [21]. При определении скорости поглощения раствора мочевины через 32 часа после его внесения на вымытые листья усвоено было 43 %, на невымытые – до 20 % изотопа ^{15}N из раствора мочевины [32].

6. Время суток. На скорость и эффективность поглощения минеральных элементов, вносимых внекорневым способом, существенное влияние оказывает время суток. Так, к примеру, было обнаружено, что их поглощение в ночные часы усиливается в три-десять раз по сравнению с дневным внесением. Данное явление можно объяснить суточными физиологическими колебаниями активности листьев [28].

В солнечные дни максимальная интенсивность поглощения питательных элементов в растворенной форме наблюдается в ранние утренние и вечерние часы, снижаясь в дневное время, при пасмурной погоде поглощение более-менее равномерно на протяжении всего дня [8, 25].

На поглощение элементов питания растениями в значительной степени влияет и освещенность. При нормальном освещении (от 6000 до 20000 люкс в зависимости от потребности растений) поглощение растениями фосфора, серы, кальция, нитратов и аммония гораздо выше, чем в условиях слабого освещения [21].

7. Краевой угол нанесения раствора. Следует применять конкретные нормы для различных типов (конструкций) садов. Для карликового сада норма рабочего раствора рассчитывается исходя из потребности от 0,7 до 1,0 литра на одно дерево. Объем жидкости может изменяться в зависимости от объема кроны, однако должен обеспечить хорошее смачивание поверхности для адекватного поглощения элементов питания [33].

Водный раствор питательных элементов, наносимый на листовую поверхность, должен поступить в живые клетки для перемещения или обмена внутри растения, поступление может осуществляться через устьичные отверстия или непосредственно через кутикулу. Для успешного проникновения поверхность листовой пластинки должна быть влажной. На способность раствора смачивать твердую поверхность влияет краевой угол, образующийся жидкой и твердой фазами, и определяющийся поверхностным натяжением жидкости и природой твердой поверхности [17, 28].

Добавление поверхностно-активных веществ снижает силу поверхностного натяжения, что приводит к более быстрому высыханию капли и, соответственно, снижает эффективность поглощения питательных элементов [32, 35].

8. Характер нанесения раствора. Установлено, что поглощение минеральных элементов, нанесенных с нижней части листовой пластинки, было интенсивнее, чем нанесение на верхнюю сторону. Данное различие связано с особенностями морфологического строения листовой пластинки плодовых растений. Верхняя часть листа обладает более развитыми покровными тканями, количество устьиц значительно ниже по сравнению с нижней стороной, обладающей к тому же и опушением, дополнительно удерживающим каплю [14, 23, 28].

Зависимость интенсивности поглощения питательных веществ от характера нанесения отмечалось уже в исследованиях Н.И. Шеревери, проведенных в 1959 г. В опыте по изучению поглощения минеральных элементов через листья и продвижении их по организму растения методом меченных атомов установлено, что фосфор, нанесенный на нижнюю часть листа, там где сосредоточены устьица у яблони, адсорбируется в 6 раз лучше, чем нанесенный на верхнюю часть [26].

9. Возраст листовой пластинки. Старые листья обеспечивают меньшую эффективность поступления питательных элементов по сравнению с физиологически более молодыми листьями [32]. Растущие молодые листья поглощают питательные вещества в растворенной форме быстрее по сравнению с физиологически более зрелыми листьями [1, 8].

10. Форма связи микроэлементов в водорастворимых удобрениях. Эффективность поступления минерального элемента и его воздействие на растительный организм напрямую зависят от формы связи того или иного элемента в конкретном водорастворимом удобрении.

При почвенном внесении эффективность действия микроудобрений, представленных неорганическими солями, снижается на нейтральных или близких к нейтральным почвах. Комплексопаты металлов эффективны на всех типах почв без каких-либо ограничений по величине рН почвы, они намного эффективнее обычных солей металлов [2, 12, 13].

В литературе имеются данные и по использованию микроэлементов в хелатной форме, что способствует снижению подверженности растений физиологическим заболеваниям. Кроме того, удобрения в хелатной форме имеют гораздо большую растворимость (иногда на порядок), чем соли неорганических кислот. Хелатная форма удобрений является полуорганической, т.е. не токсичной для растений. Для нее характерна высокая биологическая активность в тканях растительного организма, что приводит к лучшей его усвояемости растительным организмом. Таким образом, хелатные водорастворимые удобрения – это биологически активные формы удобрений. Перевод микроэлемента в доступную для растений биологически активную форму (в виде комплексопатов металлов) осуществляется с помощью специальных кислот – комплексообразователей [2].

Наиболее перспективными для создания комплексопатов металлов (водорастворимых комплексов) являются следующие кислоты:

Содержащие карбоксильные группы:

- 1) этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА);
- 2) диэтилентриаминпентауксусная кислота (ДТПА);
- 3) дигидроксibuтилендиаминтетрауксусная кислота (ДБТА);
- 4) этилендиаминдиянтарная кислота (ЭДДЯ).

Содержащие фосфорные кислоты:

- 1) оксиэтилидендифосфоновая кислота (ОЭДФ);
- 2) нитрилтриметиленфосфоновая кислота (НТФ).

Наиболее распространенными являются удобрения, построенные на основе ЭДТА, более доступные и эффективные. Кроме того, отмечаются антивирусные свойства ЭДТА [1, 2, 12, 13].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, внекорневое внесение комплексных водорастворимых удобрений (кемира, кристалоны, лифдрип, квамарины, растварины и др.) является высокоэффективным агротехническим приемом, позволяющим оперативно откорректировать системы минерального питания плодово-ягодных насаждений, являющееся органическим дополнением почвенного питания растений.

Для повышения эффективности внекорневого внесения водорастворимых комплексных удобрений (водорастворимых комплексов) необходимо учитывать следующие факторы:

- агроклиматические условия вегетационного периода и календарного года в целом (сумма активных температур, температура воздуха в периоды прохождения основных фаз роста и развития, количество и характер выпадения осадков и др.). При температурах ниже +10 °С внекорневое внесение комплексных водораство-

римых удобрений является неэффективным, а, начиная с температуры выше +10 °С и до отметки +25 °С, усвоение минеральных элементов из водорастворимых удобрений постепенно повышается, достигая своего максимума при температурах около +25 °С. Как слишком сухие, так и слишком влажные условия вегетационного периода не являются эффективными для поглощения минеральных элементов, лучше всего их поглощение происходит в нормальных по влажности условиях;

- концентрацию наносимого раствора (изменяется от 0,3-0,5 до 1-2 % в зависимости от числа и концентрации макро- и микроэлементов, входящих в состав конкретного водорастворимого комплекса). Чем меньшее число макро- и микроэлементов входит в состав водорастворимого удобрения и чем ниже их содержание, тем выше может быть концентрация рабочего раствора, и наоборот. На практике необходимо сделать экспериментальный раствор заданной концентрации и обработать им несколько опытных деревьев, а через 1-2 дня, убедившись в том, что отсутствуют ожоги на листьях и других вегетативно-генеративных образованиях, обработать и весь сад;
- температуру и относительную влажность воздуха в момент внекорневого внесения (температура и относительная влажность должны способствовать медленному высыханию капель раствора). При температуре воздуха выше +25 °С и относительной влажности воздуха, приближающейся к 80 % и выше, возможны ожоги плодово-ягодных растений и их отдельных органов;
- время суток (лучше всего вносить комплексные водорастворимые удобрения в ночные часы, в утреннее или вечернее время, пасмурные дни, желательно при нормальном освещении);
- краевой угол нанесения раствора (угол, образованный плоскостью листа и поверхностью капли), определяющий силу поверхностного натяжения жидкости. Чем меньше краевой угол, тем выше эффективность всасывания минеральных элементов из растворов водорастворимых удобрений;
- характер нанесения раствора (предпочтительно нанесение растворов комплексных водорастворимых удобрений на нижнюю сторону листовой пластинки);
- возраст листовой пластинки (физиологически молодые растущие листья поглощают минеральные элементы в несколько раз быстрее по сравнению с физиологически более старыми);
- форму связи микроэлементов в удобрении (микроэлементы в комплексных водорастворимых удобрениях должны находиться в биологически доступной хелатной форме), желательно, чтобы микроэлементы в водорастворимом удобрении находились в хелатной связи на основе ЭДТА.

Литература

1. Анспок, П.И. Микроудобрения: справочник / П.И. Анспок. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Агропромиздат, Ленинград. отд-ние, 1990. – 272 с.
2. Булыгин, С.Ю. Микроэлементы в сельском хозяйстве / С.Ю. Булыгин [и др.]; под ред. С.Ю. Булыгина. – 3-е изд., перераб. и доп. – Днепропетровськ: Січ, 2007. – 100 с.
3. Боровик, Е.С. Оценка роста и плодоношения деревьев сливы диплоидной / Е.С. Боровик, И.С. Леонович // Плодоводство: науч. тр. / РУП «Институт плодоводства»; редкол.: В.А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2009. – Т. 21. – С. 172-178.

4. Бруйло, А.С. Питание яблони микроэлементами (Zn, Mn, B) / А.С. Бруйло, В.А. Самусь, И.Г. Ананич. – Гродно: ГГАУ, 2004. – 192 с.
5. Кладь, А.А. Повышение эффективности минерального питания яблони / А.А. Кладь, Т.Н. Дорошенко // Садоводство и виноградарство. – 2001. – № 5. – С. 8-10.
6. Капичникова, Н.Г. Влияние некорневого внесения удобрений на урожайность яблони / Н.Г. Капичникова // Плодоводство: науч. тр. / РУП «Институт плодородства»; редкол.: В.А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2009. – Т. 21. – С. 82-90.
7. Кондаков, А.К. Удобрение плодовых деревьев, ягодников, питомников и цветочных культур / А.К. Кондаков. – 2-е изд. – Мичуринск: ООО «Бис», 2007. – 328 с.
8. Корольков, А.Г. Повышение качества посадочного материала плодовых культур за счет использования биологических и комплексных удобрений в питомнике / А.Г. Корольков // Плодоводство: науч. тр. / РУП «Институт плодородства»; редкол.: В.А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2011. – Т. 23. – С. 393-401.
9. Лапа, В.В. Система применения удобрений: учеб. пособие / В.В. Лапа [и др.]; под ред. В.В. Лапы. – Гродно: ГГАУ, 2011. – 416 с.
10. Методические указания по диагностике потребности плодовых и ягодных культур в удобрениях в Республике Беларусь: науч.-метод. изд. / РУП «Ин-т плодородства»; сост.: В.А. Самусь [и др.]. – Самохваловичи, 2007. – 38 с.
11. Най, П.Х. Движение растворов в системе почва–растение / П.Х. Най, П.Б. Тинкер. – М.: Колос, 1980. – 368 с.
12. Песковский, Г.А. Удобрения эколест – профессиональная помощь вашим растениям / Г.А. Песковский // Белорусское сельское хозяйство. – 2008. – № 2. – С. 46.
13. Песковский, Г.А. Удобрения эколест – профессиональная помощь вашим растениям / Г.А. Песковский // Белорусское сельское хозяйство. – 2006. – № 12. – С. 32.
14. Пьяников, В.Т. Внекорневое поглощение веществ плодовыми растениями: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / В.Т. Пьяников. – Мичуринск, 1972. – 18 с.
15. 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., пос. Самохваловичи, 1 июля – 15 августа 2008 г. / РУП «Институт плодородства»; редкол.: В.А. Матвеев (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2008. – С. 97-100.
16. Рябцева, Т.В. Эффективность некорневого внесения различных водорастворимых микро- и макроудобрений и полифункционального биопрепарата Эколест в саду яблони / Т.В. Рябцева, Т.М. Костюченко, Н.Г. Капичникова // Плодоводство: науч. тр. / РУП «Институт плодородства»; редкол.: В.А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2009. – Т. 21. – С. 99-111.
17. Савостьяник, Е.В. Применение внекорневого удобрения эколест в яблоневом саду / Е.В. Савостьяник // Защита растений: сб. науч. тр. / РУП «Институт защиты растений» НАН Беларуси; гл. ред. Л.И. Трешко. – Минск, 2005. – Вып. 29. – С. 149-153.
18. Сергеева, Н.Н. Система удобрения яблони в интенсивных насаждениях / Н.Н. Сергеева // Садоводство и виноградарство. – 2006. – № 1. – С. 8-9.
19. Сергеева, Н.Н. Комплексная диагностика минерального питания яблони / Н.Н. Сергеева // Садоводство и виноградарство. – 2009. – № 3. – С. 2-5.

20. Сергеева, Н.Н. Использование некорневых подкормок в технологии производства посадочного материала / Н.Н. Сергеева, В.А. Алфёров // Инновационные технологии в питомниководстве: материалы междунар. науч.-практ. конф., пос. Самохваловичи, 15 июня – 31 июля 2009 г. / РУП «Ин-т плодоводства»; редкол.: В.А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2009. – С. 38-41.
21. Степура, М.Ф. Удобрение и орошение овощных культур / М.Ф. Степура. – Минск, 2008. – 239 с.
22. Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др.]; под ред. В.В. Лапы. – Минск: Беларус. наука, 2007. – 390 с.
23. Тарасов, В.М. Усыхание побегов яблони (недостаточность меди) / В.М. Тарасов, В.Ф. Коваленко. – М.: Госсельхозиздат, 1973. – 70 с.
24. Трунов, И.А. Особенности роста листьев и побегов у плодовых и ягодных культур / И.А. Трунов // Садоводство и виноградарство. – 2003. – № 2. – С. 3-6.
25. Шаруба, Г.А. Некорневое питание плодовых и ягодных культур микроэлементами / Г.А. Шаруба. – Львов: Вища шк., 1982. – 176 с.
26. Шереверя, Н.И. О взаимосвязи минерального питания растений через листья и корни (на примере яровой пшеницы): автореф. дис. ... канд. биол. наук / Н.И. Шереверя; Харьковский с.-х. ин-т им. В.В. Докучаева. – Харьков, 1956. – 15 с.
27. Церлинг, В.В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур: справочник / В.В. Церлинг. – М.: Агропромиздат, 1990. – 235 с.
28. Boynton, D. Nutrition by foliar application / D. Boynton // Annual review of plant physiology and plant molecular biology. – 1954. – Vol. 5. – P. 31-54.
29. Dris, R. Mineral Nutrition of Deciduous Fruit Crops / R. Dris, A.M. Krivorot // Плодоводство: науч. тр. / БелНИИ плодоводства; редкол.: В.А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2000. – Т. 13. – С. 200-209.
30. Cheng, L. Nutrient Requirements of 'Gala'/M.26 Apple Trees for High Yield and Quality / L. Cheng, R. Raba // New York fruit quarterly. – 2009. – V. 17, N 4. – P. 5-10.
31. Fertilizing apples / Spectrum Analytic Inc. Agronomic Library [Electronic resource]. – Mode of access: www.spectrumanalytic.com/support/library/af/A_Guide_to_Fertilizing_Apples.htm. – Date of access: 16.03.2012.
32. Reickenberg, R. Dynamics of Nutrient Uptake from Foliar Fertilizers in Red Raspberry (*Rubus idaeus* L.) / Regina L. Reickenberg, Marvin P. Pritts // J. AMER. SOC. HORT. SCI. – 1996. – N 121(1). – P. 158-163.
33. Steve, H. Diagnosing Apple Tree Nutritional Status: Leaf Analysis Interpretation and Deficiency Symptoms / H. Steve, M. Fargione, Kevin Jungerman // New York fruit quarterly. – 2004. – V. 12. – N 1. – P. 16-22.
34. Stiles, W.C. Orchard nutrition management: Information bulletin 219 / W.C. Stiles, W. Shaw Reid. – Cornell Cooperative Extension, 1991. – 23 с.
35. Фонд знаний «Ломоносов» [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.lomonosov-fund.ru/enc/ru/encyclopedia:0130092:article>.

THE ASPECTS OF EFFICIENT USE OF COMPLEX WATER-SOLUBLE FERTILIZERS (WATER-SOLUBLE COMPLEXES) BY FOLIAR APPLICATION AT FRUIT AND SMALL FRUIT PLANTATIONS

A.S. Bruilo, P.S. Sheshko

ABSTRACT

The review of literature sources concerning foliar application of complex water-soluble fertilizers (water-soluble complexes) at fruit plantations are presented in the article. It has been determined that the foliar application of mineral elements does not slow down its soil placement but only completes it. This agricultural practice let to correct rapidly the systems of mineral nutrition of fruit plantations filing the deficiency in short period of time or 'softening' the excess of some macro and microelements.

There has been examined and analysed the complex of factors (agricultural climatic conditions of vegetative period and calendar year, concentration of solution, temperature and relative air humidity in the moment of the foliar application, surface cleanness of the laminas, time of day, angle of contact of solution deposition, age of lamina, connection form of microelements in fertilizing). The efficiency of foliar application of complex water-soluble fertilizers (water-soluble complexes) in fruit plantation depends greatly on keeping of these factors.

Key words: complex water-soluble fertilizers, water-soluble complexes, foliar application, mineral nutrition, macroelements, microelements, Belarus.

Дата поступления статьи в редакцию 21.04.2012