

Особенности миграции и трансформации микроудобрений длительного действия «Аквадон-Микро» на листьях сахарной свёклы

Е.А. ДВОРЯНКИН, д-р с/х. наук (e-mail: dvoryankin149@gmail.com)

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара имени А.Л. Мазлумова»

Введение

Оптимизация минерального питания сахарной свёклы – одно из важнейших условий реализации потенциала её продуктивности [3, 4]. В настоящее время наряду с традиционными минеральными и хелатными микроудобрениями используют препараты нового поколения, созданные на основе нанотехнологий [5, 7]. Есть мнение, что микроудобрения на матричной основе обеспечивают повышенную устойчивость микроэлементов в условиях резких колебаний факторов среды и пролонгацию их действия до 14–20 суток [1].

К полимерным композиционным материалам, применяемым в сельском хозяйстве в качестве удобрений, относятся [6]:

– полимеры, содержащие дисперсные наполнители и диспергированные малые твёрдые частицы других полимеров;

– смеси полимеров, неспособных к взаимному растворению друг в друге, характеризующиеся определённым распределением частиц полимера одной природы в матрице другого полимера, образующих, например, сетчатый полимер, т. е. полимерный композиционный материал можно представить в виде одной не-

прерывной полимерной фазы (матрицы) и одной или более дисперсных фаз (наполнителя), особым образом распределённых в матрице.

Удобрение «Аквадон-Микро» представляет собой водно-полимерный высокомолекулярный комплекс длинных углеводородных цепочек с закреплёнными на них микро- и мезоэлементами. Серия полимерно-хелатных удобрений «Аквадон-Микро» включает в себя 10 марок, содержащих в различных комбинациях микроэлементы железо, молибден, бор, кобальт, медь, цинк и марганец, а также мезоэлементы серу и магний. Удобрения применяются для листовых и корневых подкормок в системах капельного полива и дождевания в условиях как защищённого, так и открытого грунта. Полагают, что полимерно-хелатная форма защищает микроэлементы от негативного воздействия влаги, солнечной радиации и окисления. Полимерная матрица, несущая микроэлементы, прочно сорбируется на поверхности листа и не смывается дождём, что обеспечивает пролонгированное действие микроэлементов. Существует предположение, что матрица постепенно разлагается

в конечные продукты – углекислый газ и воду [1, 5, 7].

Эффективность усвоения микроэлементов растением при некорневых подкормках зависит в первую очередь от возраста растений, особенности распределения удобрений на поверхности листьев и возможных потерь их под влиянием различных факторов среды.

Цель настоящего исследования – установить особенности локализации, трансформации и миграции микроудобрений «Аквадон-Микро» на поверхности листьев сахарной свёклы.

Материалы и методы исследований

Объектами исследования служили листья сахарной свёклы и удобрение «Аквадон-Микро». Норма удобрений для сахарной свёклы составляет 2 л/га.

В целях реализации поставленных задач применили метод световой микроскопии эпидермы листа сахарной свёклы и капельный анализ для изучения структуры микроудобрений в растворах и смывах с поверхности листьев. Структурные изменения в сухих и влажных плёнках раствора фиксировали методом фотосъёмки объектов [2].

Исследования проводили в лабораторных и полевых опытах. Перед обработкой растений удобрением листья сахарной свёклы протирали влажной губкой для устранения помех в виде пыли, частиц почвы и песка.

Стеkanie удобрения с листьев растений оценивали поэтапно:

1) мелкокапельным распылением воды без стекания жидкости с поверхности объекта обрабатывали отделённый от растения лист, выдерживали его в горизонтальном положении в течение 5–10 мин. и затем стряхивали капли на блюдце. Капли собирали шприцем (0,08–0,15 мл), собранную жидкость помещали на предметное стекло для анализа под микроскопом (имитация естественного стекания);

2) этот же лист подвергали искусственному дождеванию в течение 0,5 мин. для смыва отделившихся фрагментов удобрений, после чего препарировали эпидерму и анализировали степень смыва удобрения с листа.

Результаты исследований

Удобрение «Аквадон-Микро» в слабокислой среде (рН 5–5,5) хорошо растворяется в воде. Раствор удобрений в норме расхода 2 л/га прозрачен и сохраняется без следов структурирования длительное время. В сухой плёнке капельки раствора удобрения относительно равномерно распределяются по её площади. Плотность сухого остатка несколько возрастает от центра к периферии капельки (рис. 1-1).

В слабощелочной среде (рН 7,2–7,5) изменяется структура матрицы удобрений «Аквадон-Микро». Она приобретает слегка морщинистый или даже рыхлый вид (рис. 1-2, 1-3). При более высокой щёлочности воды (рН 7,8–8,2) в растворе удобрений через

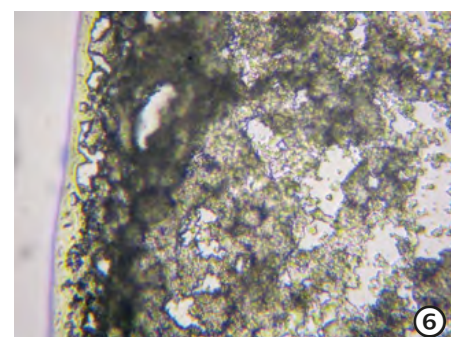
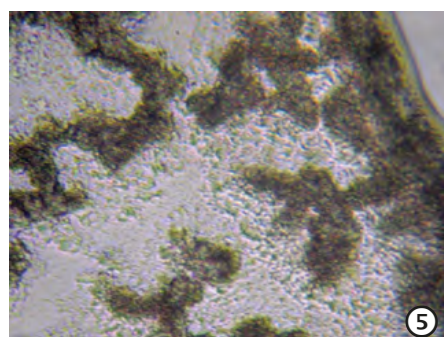
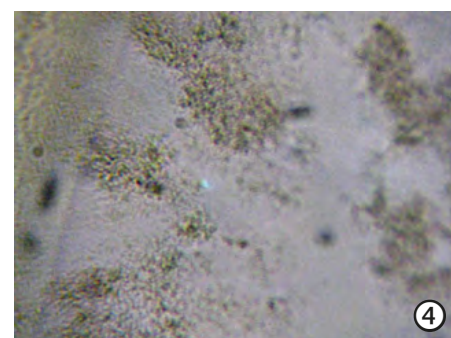
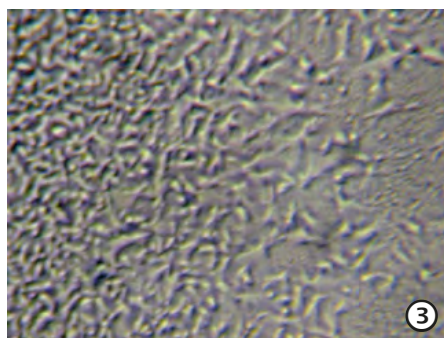
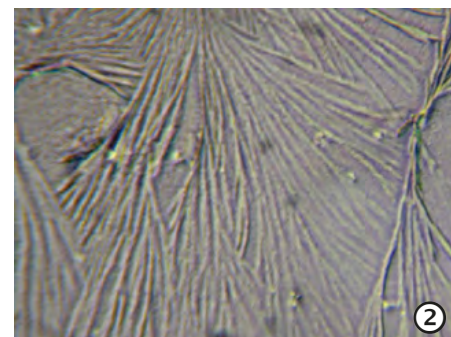
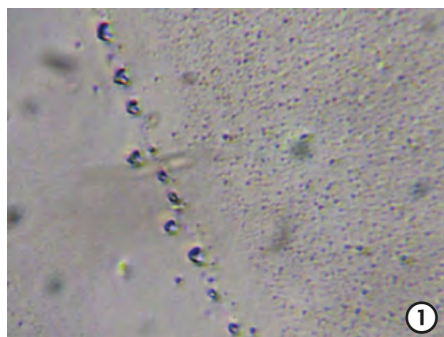


Рис. 1. Влияние кислотности воды на структуризацию удобрений «Аквадон-Микро», 2 л/га (пояснение в тексте)

40 минут появляется желтоватая взвесь (рис. 1-4). В высохших каплях раствора была нарушена структура матрицы удобрений, а взвесь отложилась на ней после испарения влаги из раствора (рис. 1-5). После 2–4 часов выдержки раствора во взвеси проявляются оттенки разного цвета: жёлтого, зелёного, бурого и серого, что отчётливо видно в сухой плёнке раствора (рис. 1-6). Скорее всего, это свидетельствует о разрушении хелатных металлов или о замещении металлов в хела-

тирующем агенте (комплексоне) другими металлами в щелочной среде.

В жёсткой воде (артезианская вода, 12 °Ж, Россия) изменяется дисперсность раствора (рис. 2-1). Образуются крупные частицы, которые по массе тяжелее воды. Они слипаются между собой и опускаются на дно ёмкости (рис. 2-2), где процесс продолжается до образования крупных полотен (рис. 2-3). Процесс завершается формированием цельного сгустка упругого пластичного вещества (рис. 2-4).

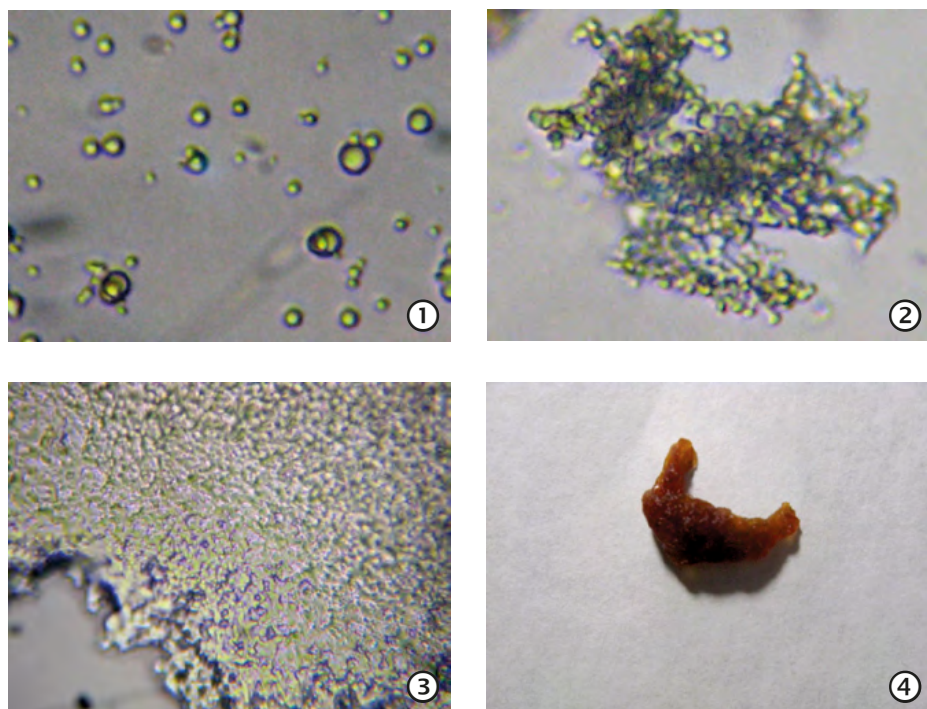


Рис. 2. Влияние жёсткости воды на структуризацию раствора удобрений «Аквадон-Микро», 2 л/га (пояснение в тексте)

На воздухе масса, выпавшая в осадок, затвердевает и при определённом усилии ломается и крошится. Процесс свёртывания удобрений в растворе протекает достаточно быстро и зависит в основном от жёсткости и температуры воды. В холодной воде свёртываемость препарата возрастает.

Раствор удобрений, приготовленный в соответствии с рекомендациями, хорошо смачивает листья сахарной свёклы и растекается тонкой плёнкой по обработанной поверхности листа (рис. 3-1). Композитные наполнители наиболее чётко заметны вдоль стенок клетки (рис. 3-2). На сформировавшихся листьях

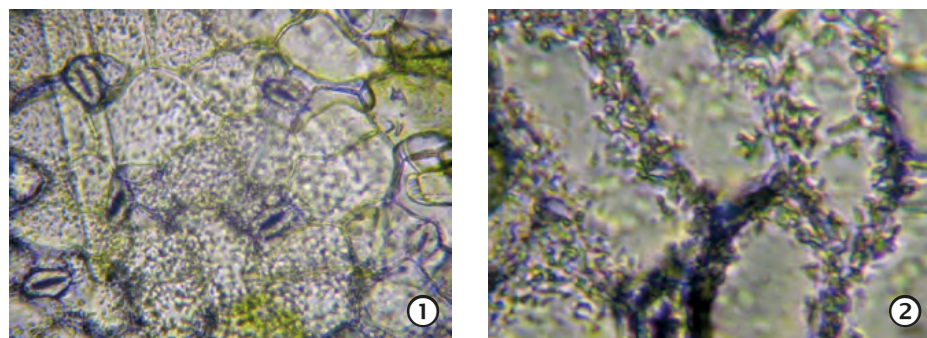


Рис. 3. Локализация удобрений «Аквадон-Микро» на эпидерме листьев сахарной свёклы (пояснение в тексте)

удобрение длительное время удерживается на эпидерме (наблюдали до 15 дней), что свидетельствует о пролонгации действия удобрений в полевых условиях. Первые 5–7 дней после обработки препарат практически не смывался водой. В последующие дни удобрения частично смывались – в основном композитные наполнители в виде мелких частиц. Матрица не претерпевала существенных изменений.

На молодых активно растущих листьях препарат удерживался слабее, чем на сформировавшихся. Через 4–5 дней на активно растущих листьях матрица удобрения начинала растрескиваться (особенно при солнечной погоде). Растрескивание начиналось в периферийной части капельки (рис. 4-1), позднее – в центральной её части (рис. 4-2), после чего части матрицы вместе с композитным наполнителем отставали от поверхности листа и достаточно легко смывались водой (рис. 4-3). О ранней прочной связи матрицы с поверхностью листа свидетельствуют отпечатки на её фрагментах контуров клеток и устьиц (рис. 4-4). При отделении матрицы от поверхности листа легче высвобождались композитные наполнители.

Заключение

Таким образом, исследования полностью подтверждают рекомендации производителей препарата и специалистов, участвующих в испытании его в полевых условиях. Удобрение «Аквадон-Микро» заметно реагирует на щелочную реакцию и жёсткость воды. Установлено уменьшение срока действия удобрения на молодых активно растущих листьях сахарной свёклы из-за отслаивания матрицы композитных материалов при разрастании клеток ткани. При использовании препарата надо чётко

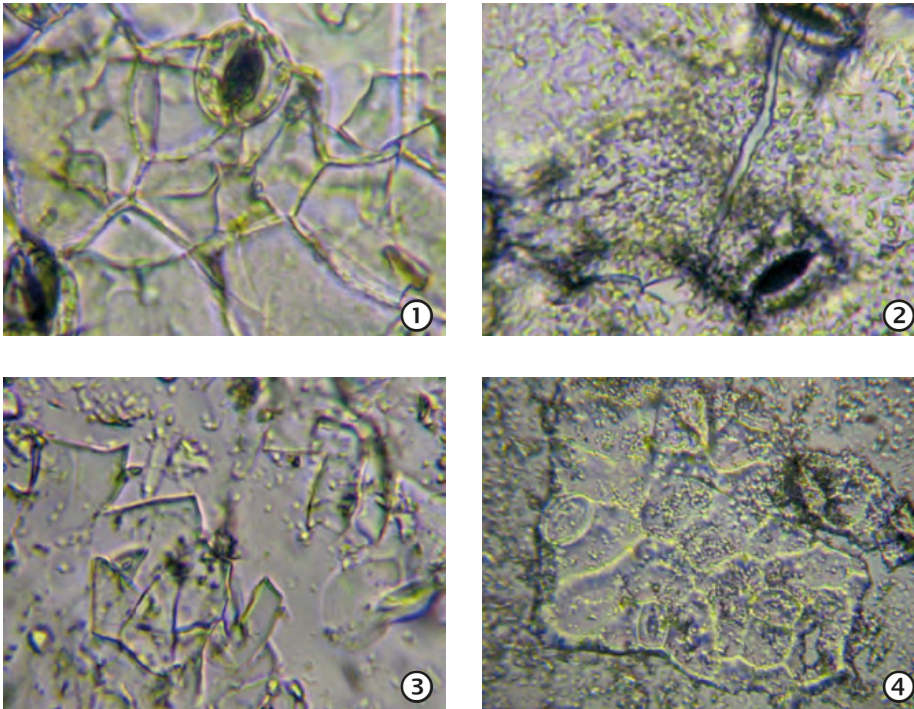


Рис. 4. Трансформация удобрения «Аквадон-Микро» на эпидерме молодых активно растущих листьев сахарной свёклы (пояснение в тексте)

С.-Петербург. ун-та, 2014. — 540 с. + вкл. 8 с.

4. Лапа, В.В. Применение макро- и микроудобрений в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / В.В. Лапа, М.В. Рак // Белорусское сельское хозяйство. — 2009. — № 4 (84). — С. 40–43.

5. Федотова, Е.Н. Повышение эффективности минеральных удобрений при использовании комплексного микроудобрения «Аквадон-Микро» / Е.Н. Федотова, Ю.Н. Фёдорова, М.Н. Рысев // Известия Великолукского ГСХА. — 2017. — Юбилейный выпуск. — С. 20–26.

6. Шевченко, В.Г. Основы физики полимерных композиционных материалов / В.Г. Шевченко. — М. : МГУ, 2010. — 98 с.

7. Шкрабак, Е.С. Комплексное микроудобрение «Аквадон-Микро» / Е.С. Шкрабак // Гавриш. — 2010. — № 1. — С. 24–25.

выполнять рекомендации специалистов, а на активно растущих растениях возможны повторные обработки с меньшим временным интервалом между ними.

Список литературы

1. «Аквадон-Микро» и «Кора» — новое направление в листовых подкормках. URL: Agropromyug.com/azur-niva/589-akvadon-mikro-i-kora-novoe-napravlenie-v-listovykh-podkormkakh.html, 2019.

2. Алексеев, В.Н. Курс качественного химического полумикроанализа / В.Н. Алексеев. — М. : Химия, 1973. — 584 с.

3. Битюцкий, Н.П. Минеральное питание растений: учебник / Н.П. Битюцкий. — СПб. : Изд-во

Аннотация. Изучено влияние факторов среды на стабильность растворов удобрения «Аквадон-Микро», применяемого на растениях сахарной свёклы. В микроанализах подтверждено заметное влияние жёсткости и щелочной реакции воды на структуризацию раствора удобрения. Выявлены признаки свёртывания препарата по изменению структуры раствора удобрения «Аквадон-Микро». Исследована локализация удобрения на эпидерме листьев сахарной свёклы на клеточном уровне. Установлены особенности трансформации и миграции удобрения на молодых активно растущих листьях сахарной свёклы.

Ключевые слова: листья сахарной свёклы, комбинированные микроудобрения, локализация, трансформация, миграция, кислотность воды, жёсткость воды.

Summary. Influence of environmental factors on stability of solutions of the fertilizer «Aquadon-Micro» applied for sugar beet plants has been studied. A marked influence of water hardness and alkaline reaction on the fertilizer solution structuring has been confirmed by microanalyses. Traits to determine coagulation of the chemical by change of solution structure of the fertilizer «Aquadon-Micro» have been revealed. The fertilizer localization on sugar beet leaf epidermis has been studied at the cell level. Peculiarities of transformation and migration of the fertilizer in young actively growing leaves of sugar beet have been determined.

Keywords: sugar beet leaves, composite microfertilizers, localization, transformation, migration, water acidity, water hardness.