

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МИНЕРАЛЬНЫХ СУБСТРАТОВ

Л.С. Герасимович, докт. техн. наук, профессор, академик НАН Беларуси, Л.А. Веремейчик, докт. с.-х. наук, профессор, А.В. Попов, канд. с.-х. наук (БГАТУ)

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы изменения агрохимических свойств минеральных субстратов из аглопорита, керамзита и перлита при пятилетнем выращивании томатов в гидропонных теплицах.

The questions of changes of agrochemical property of mineral substrates from agloporit, keramzit, perlit after five years cultivation of tomatoes in hydroponic greenhouses are considered in the article.

Введение

Современное тепличное овощеводство реализует гидропонные технологии, предусматривающие выращивание растений без почвы. Одной из особенностей беспочвенного выращивания растений является применение минеральных субстратов, помещенных в небольшие емкости. Выбор корнеобитаемой среды для растений, выращиваемых в малообъемной гидропонике, определяется комплексом показателей, включающих технологические и эксплуатационные свойства материала, а также его стоимость.

Известно, что корнеобитаемые среды в ходе эксплуатации подвергаются изменениям. Процессы трансформации субстратов происходят под влиянием комплекса факторов, включающих воздействие корневых систем растений, микроорганизмов, сорбцию и десорбцию элементов в ходе взаимодействия с питательным раствором, накопление органического вещества.

В настоящее время большинство тепличных комбинатов республики в качестве субстрата используют минеральную вату импортного производства, основными недостатками которой являются высокая стоимость, приобретение за рубежом за счет валютных средств, ограниченный период эксплуатации (до 2-х лет) и сложность утилизации отработанной минеральной ваты.

Цель проводимых исследований – изучить изменения агрохимических свойств субстратов отечественного производства на основе аглопорита, керамзита и перлита при длительном использовании для выращивания томатов.

Основная часть

В малообъемной технологии возделывания сельскохозяйственных культур к числу наиболее важных относится проблема выявления условий формирования высокой продуктивности растений. При этом одно из ведущих мест, вследствие их огромной значи-

мости, отводится исследованию агрохимических свойств корнеобитаемых сред.

Для питания томатов, возделываемых на минеральных субстратах, применяется уравновешенный питательный раствор. При его подаче он практически сразу же соприкасается с твердой фазой субстрата и корневой системой растений. В результате этого равновесие питательного раствора нарушается за счет процессов эквивалентного обмена катионов раствора и коллоидных частиц субстрата, что и оказывает влияние на динамику агрохимических свойств корнеобитаемой среды.

Сумма обменных оснований субстратов представлена обменно-поглощенными катионами кальция, магния и натрия. Состав поглощенных оснований оказывает влияние на действие питательного раствора, состояние самого поглощающего комплекса субстратов.

Влияние поглощенных оснований на свойства корнеобитаемых сред зависит от состава субстратов, поглощенных катионов, содержания в них органического вещества, отношения кремнезема к полуторным окислам и других факторов. Питательным раствором можно регулировать состав поглощенных катионов, при этом следует учитывать емкость катионного обмена (ЕКО) [1].

В целом обменно-поглощенные катионы представляют собой надежный резерв питательных элементов для растений. Обменные реакции между питательным раствором и самой активной коллоидной частью субстрата происходят благодаря наличию в нем растворимых солей и электролитов. Электролитом служит угольная кислота, а также другие органические и минеральные кислоты, выделяемые микроорганизмами и корнями растений, появляющимися в субстратах по мере их длительного использования.

Изучение процессов трансформации минеральных субстратов, использовавшихся для выращивания томатов по малообъемной технологии в сооружениях защищенного грунта, осуществлялось в период с 2000

по 2004 г. В разных субстратах сумма поглощенных оснований, а, следовательно, и емкость катионного обмена и степень насыщенности основаниями несколько различаются (рис. 1).

В субстрате из керамзита отмечается более высокая по сравнению с другими корнеобитаемыми средами емкость катионного обмена (более 14 мэкв/100 г материала) и степень насыщенности основаниями (98 %), что объясняется природой данного материала, образованного из карбонатных глин.

Первоначально примерно одинаковые величины этих показателей получены в аглопорите и перлите. Но емкость катионного обмена и сумма поглощенных оснований в них примерно в два раза ниже, чем в керамзите, причем степень насыщенности основаниями у них также на 5-6 % меньше.

По мере использования субстрата из керамзита в его коллоидной фракции отмечается тенденция незначительного снижения суммы поглощенных оснований и емкости катионного обмена за исключением второго года использования, когда эти величины были несколько выше первоначальных. Степень насыщенности основаниями остается достаточно высокой в течение пяти лет. Следует отметить стабильность данных показателей для керамзита.

При использовании субстрата из аглопорита сумма поглощенных оснований, емкость катионного обмена также уменьшаются, но по сравнению с керамзитом это происходит более резко. Так, в течение пяти лет использования эти показатели снизились более чем в 5 раз. Отмечается тенденция снижения и степени насыщенности основаниями с 95 до 66 % (2004 г.).

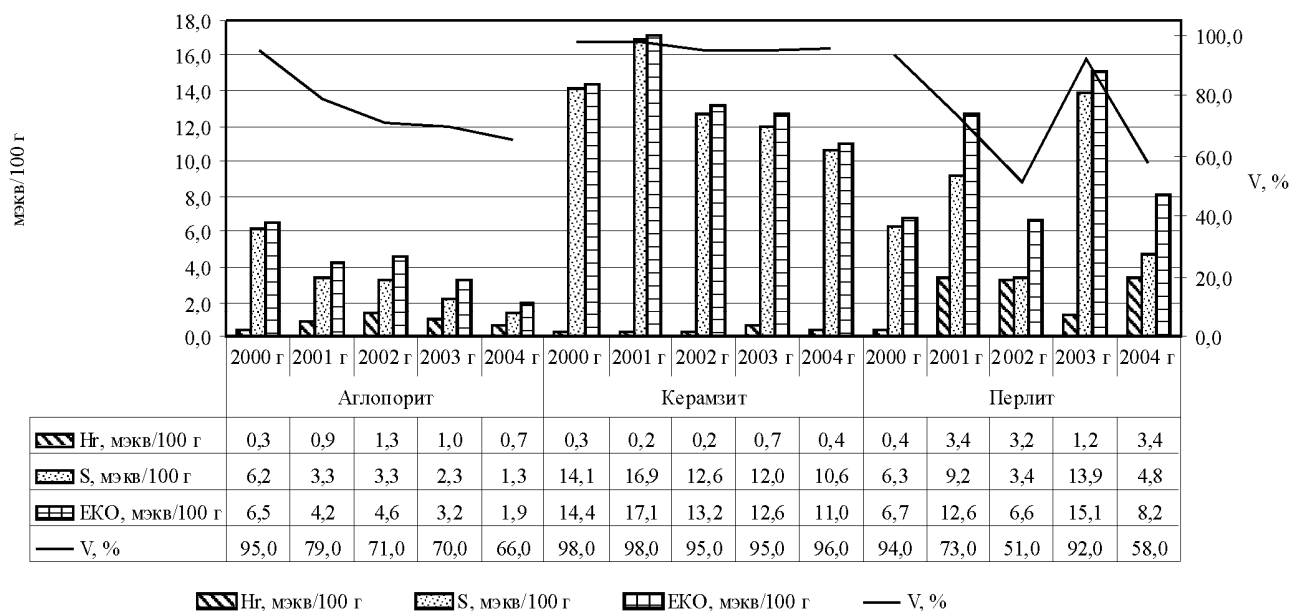
В перлитовом субстрате не установлено четкой закономерности по изменению этих показателей. С течением времени они попеременно то возрастали, то убывали, причем интервал таких изменений равен одному году. Возможно, в данном субстрате происходило заземление катионов в межплоскостных промежутках кристаллической решетки и их блокирование в необменной форме.

Емкость катионного обмена показывает, сколько данный материал содержит в поглощенном состоянии катионов, способных к обмену на катионы раствора. Емкость катионного обмена в корнеобитаемой среде, равно как и в почве, определяется рядом факторов: содержанием высокодисперсных частиц; химическим и минералогическим составом коллоидов; реакцией среды (величиной pH). Она характеризует количество коллоидов, их состав и поглощательную способность материала [1].

Известно, что емкость поглощения катионов у глинистых почв выше, чем у песчаных, у черноземов выше, чем у дерново-подзолистых [2].

Высокая ЕКО в почвах черноземного типа обусловлена как повышенным содержанием в них тонкодисперсной фракции с большой долей органических веществ в составе, так и преобладанием среди минералов глин монтмориллонита с высоким соотношением $\text{SiO}_2:(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3)$.

Еще в большей степени проявляются основные (базоидные) свойства у свободных, не связанных с кремнекислотой, полторных окислов алюминия и железа, которые в кислой среде реагируют как основания [3, 4].



* Примечание. Нг – гидролитическая кислотность; S – сумма обменных оснований; ЕКО – емкость катионного обмена; V – степень насыщенности основаниями.

Рис. 1. Изменение агрохимических показателей по мере использования минеральных субстратов

В результате наших исследований установлено, что наибольшее соотношение $\text{SiO}_2:(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3)$ (рис. 2) характерно для субстратов из аглопорита и

перлита, которые оказались почти в два раза ниже, чем в керамзите. По значению эти показатели можно приравнять к дерново-подзолистым песчаным почвам,

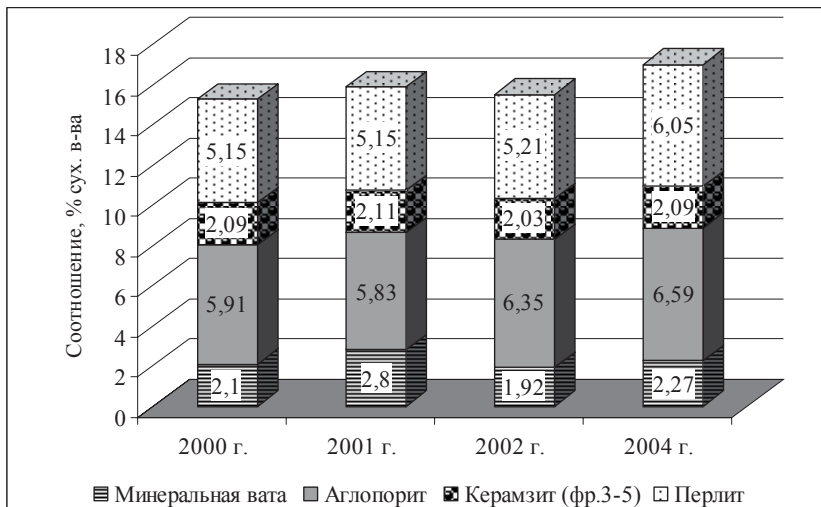


Рис. 2. Изменение соотношения химических элементов в зависимости от сроков эксплуатации минеральных субстратов

перлита. Причем по мере использования данных корнеобитаемых сред отмечается постепенное увеличение данного показателя. Так, в аглопорите с 5,91 (2000 г.) оно увеличивается за пять лет до 6,59, в перлите, соответственно, с 5,15 до 6,05. В керамзите это соотношение практически не меняется и остается стабильным в течение пяти лет. В минеральной вате этот показатель близок по значению к керамзиту. Поскольку субстрат из минеральной ваты использовался не более двух лет, сделать длительный прогноз не представляется возможным.

Однако по результатам полученных данных, наибольшая величина ЕКО характерна для субстрата из керамзита, которая постепенно снижается по мере использования субстрата. В субстрате из аглопорита она резко снижается с 6,48 (2000 г.) до 1,93 мэкв/100 г субстрата (2004 г.). В перлитовом субстрате эта величина колеблется примерно в два раза через год исследований.

Эти данные отличаются от результатов, характерных для почв. Вероятно, на емкость катионного обмена большее влияние мог оказать применяемый питательный раствор, который претерпевал изменения, в том числе и величины рН при контакте с твердой фазой субстратов и имеющейся в них биотой, которая способствовала разрушению минералов и образованию коллоидной фракции [5].

Заключение

Анализ полученных данных показывает, что емкость катионного обмена субстрата из керамзита близка по значению к глинистым почвам и варьирует в пределах от 11 до 17 мэкв/100 г материала, что связано со строением кристаллической решетки. Первоначально близкие по величине данные емкости катионного обме-

на получены в субстратах из аглопорита и перлита, которые оказались почти в два раза ниже, чем в керамзите. По значению эти показатели можно приравнять к дерново-подзолистым песчаным почвам, отличающимся незначительной емкостью катионного обмена. Поскольку подача питательного раствора для растений, возделываемых по малообъемной технологии, происходит очень часто, вероятно этот показатель не должен оказывать существенного влияния на усвоение элементов питания корневой системой томатов из данных субстратов.

Комплексное исследование минеральных субстратов, используемых для выращивания томатов, и статистически обоснованные данные позволили установить следующие закономерности их трансформации при орошении питательным раствором. Все процессы, происходящие в корнеобитаемых средах, сходны с изменениями, происходящими в почве.

Ускоряются необратимые процессы (разрушение и физическое дробление минералов, миграция органического вещества и глинистых минералов), а также противоположно направленные взаимосвязанные процессы (оструктурирование-деструктуризация, засоление-рассоление и др.), что приводит к изменению условий роста растений на данных субстратах. Трансформация субстратов увеличивается в процессе длительности их использования и обусловлена разной степенью и скоростью изменений различных материалов, о чем свидетельствуют различия свойств субстратов и продуктивность, выращиваемых на них томатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Почвоведение: учеб. для студентов высш. с.-х. учеб. заведений / И.С. Кауричев [и др.]; под общ. ред. И.С. Кауричева. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1982. – 496 с.
2. Михнев, В.Г. Агрохимия, биология и экология почвы / В.Г. Михнев, Е.Х. Ремпе. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 206 с.
3. Муха, В.Д. Агрочвоведение: учеб. для студентов высш. учеб. заведений по агроном. специальностям / В.Д. Муха. – М.: Колос, 2003. – 528 с.
4. Афендулов, К.П. Удобрения под планируемый урожай / К.П. Афендулов, А.И. Лаптухова. – М.: Колос, 1973. – 240 с.
5. Научные основы питания томатов на минеральных субстратах: монография/ Л.А. Веремейчик, Л.С. Герасимович; под ред. акад. Л.С. Герасимовича. – Мн: Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2005. – 232 с.