

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ ПИТАНИЯ ТОМАТОВ В МАЛООБЪЕМНОЙ КУЛЬТУРЕ

Л. А. Веремейчик

*Белорусский государственный технологический университет,
г. Минск, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе обеспечение продовольственной безопасности и насыщение отечественного рынка продукцией собственного производства являются основными задачами, стоящими перед сельскохозяйственными товаропроизводителями Республики Беларусь. Особая роль по обеспечению населения свежей овощной продукцией во внесезонное время отводится овощеводству защищенного грунта. В свою очередь, овощной подкомплекс, являясь крупным структурным подразделением продовольственного комплекса Республики Беларусь, играет существенную роль в формировании конкурентоспособного и устойчивого механизма развития АПК. Технология возделывания овощных культур в защищенном грунте изучает биологию выращиваемых овощных культур и приемы их возделывания, рациональные способы получения несезонной продукции и выращивание рассады для открытого грунта [1–3].

Мировые тенденции развития тепличного овощеводства указывают на практически повсеместный переход на энергосберегающие малообъемные технологии выращивания культур в теплицах нового поколения. В конце XX в. в растениеводстве появилась новая технология – гидропоника, которая позволила управлять растениями и изменили подходы к их выращиванию. За период с 1975 г. по настоящее время годовые объемы применения теплиц с малообъемной технологией в США, Испании, Италии и Израиле составляют десятки тысяч гектаров [4, 5].

Гидропоника – это технология выращивания растений без почвы, на искусственных средах (субстратах) с использованием компьютерного управления питанием. При этом растение получает из рабочего раствора все необходимые питательные вещества в нужных количествах и точных пропорциях, что почти невозможно осуществить при почвенном выращивании [6, 7].

Малообъемная технология выращивания овощей в теплицах предусматривает создание оптимальных водно-воздушных, питательных и температурных параметров в корнеобитаемой зоне растений. Полностью автоматизирует процессы приготовления и подачи минерального питания, оптимизирует водный и воздушный режимы, значительно улучшает условия для работающих в теплицах, стандартизирует агротехнику и питательные растворы по культурам [8].

В защищенном грунте с единицы площади получают в несколько раз выше урожай овощей, чем в открытом, поэтому система применения удобрений здесь имеет характерные особенности. Следует учесть, что преобладающая доля затрат в малообъемной технологии приходится на минеральные удобрения (17 %) и энергетические источники (природный газ – 36 %), совокупная доля которых

в среднем составляет более 50 %. Питание растений – одна из самых сложных задач, которую приходится решать при выращивании любой овощной культуры [9].

МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Развитие и совершенствование малообъемных технологий с использованием современных методов требует разработки системы питания растений, обеспечивающей в полной мере корневую систему растений кислородом, водой и элементами минерального питания, позволяющей получать продукцию высокого качества. Система капельного орошения предназначена для подачи в корнеобитаемую зону дозированных объемов воды или растворов минеральных удобрений. К каждому растению подведены управляемые компьютером капельницы, которые подают корневой системе питательные вещества и воду в необходимом количестве и в нужный срок, производительность капельницы – 2–3 л/ч [8, 10].

Управление компьютерной системой питания позволяет программировать частоту поливов для получения максимальной урожайности. Основной компьютер (контроллер) предназначен для управления процессом приготовления питательного раствора и подачи его растениям по заданной программе. Питательный раствор, приготовленный в растворном узле, через ирригационную сеть подается по программе каждому растению. Наличие системы электроклапанов позволяет регулировать количество питательного раствора, поступающего к растениям через капиллярные трубки, оборудованные регуляторами давления. Данная система обеспечивает высокую равномерность подачи заданных объемов питательного раствора растениям [1, 10, 11].

По своему составу и воздействию на растения питательные растворы подобны почвенному раствору. Все необходимые для обеспечения жизнедеятельности химические элементы в доступной форме растения томата получают прежде всего из питательного раствора, сбалансированного по составу на протяжении всего периода выращивания в зависимости от фазы вегетации. При этом очень важную роль играют показатели кислотности и концентрации питательного раствора. Сбалансированность генеративного и вегетативного развития достигается, помимо содержания питательных веществ в оптимальном количестве, также путем регулирования в теплице температуры, влажности, вентиляции CO_2 , освещения, что влияет на формирование вегетативной массы (количество листьев и плодов на растении) [7, 12, 13].

Общие требования к составу питательных растворов для выращивания растений на искусственных субстратах заключаются в следующем:

- растворы должны содержать все необходимые для роста и развития растений макро- и микроэлементы;
- быть физиологически уравновешенными, количество и соотношение ионов в них должно исключать их вредное взаимовлияние;
- должны иметь оптимальную кислотность (рН), наиболее благоприятная реакция питательного раствора для усвоения всех элементов питания корневой системой растений – 5,5–6,5;

- состав питательного раствора должен соответствовать биологическим особенностям культуры, фазам роста и развития растений, микроклиматическим условиям теплиц;

- концентрация раствора, которая влияет на интенсивность поглощения химических элементов корнями растений, должна быть достаточно высокой, но не токсичной для растений;

- растворы должны быть сбалансированы по составу катионов и анионов, в противном случае может происходить значительное подкисление или подщелачивание раствора при преимущественном поглощении растениями анионов или катионов соответственно [14].

Возделывание овощей в теплицах на искусственных субстратах с помощью капельной системы полива требует использования химически чистых, хорошо растворимых в воде, безбалластных минеральных удобрений, содержащих минимальное количество ионов Cl , SO_4 , Na . Для приготовления питательных растворов в тепличных комбинатах республики, как правило, используют:

- простые хорошо растворимые химические удобрения: KNO_3 , MgSO_4 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, K_2SO_4 , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, NH_4NO_3 ;

- хелатные соединения микроэлементов: Fe , $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$;

- кислоты: HNO_3 , H_2PO_4 .

Применяются также импортные полностью растворимые комплексные удобрения.

Для питания растений водорастворимые химические удобрения вносят с поливной водой через систему капельного полива. Чаще всего используются резервуары для приготовления маточных растворов (например, 20 кг/100 л воды). В одном резервуаре можно смешивать все водорастворимые удобрения, за исключением $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ при концентрации выше 0,03 %. Для нитрата кальция используют отдельный резервуар, чтобы не образовался осадок. Состав рабочего раствора и его концентрацию (0,1–0,3) устанавливают в зависимости от потребности различных культур в питательных элементах в различные периоды вегетации с учетом электропроводности субстрата, а также условий микроклимата. Следует иметь в виду, что допустимый уровень электропроводности воды для малообъемных технологий должен быть менее 0,75 мСм/См при 25 °С [2, 14].

При выращивании томатов следует учитывать, наряду с увеличением урожайности, необходимость получения продукции хорошего качества, не содержащей вредных соединений выше допустимого уровня и с достаточным количеством витаминов, углеводов и минеральных солей. Это достигается регулированием состава и соотношения, а также сроков применения элементов питания. При корректировке состава питательного раствора учитываются также различия в поступлении в растения одновалентных катионов калия и двухвалентных катионов кальция. Чтобы растения не испытывали дефицит кальция необходимо предусмотреть оптимальное соотношение в составе питательного раствора для различных минеральных субстратов $\text{K} : \text{Ca} = 1,2 : 1,0$, при этом соотношение $\text{Ca} : \text{Mg}$ составляет 3,0 : 1,0 [7, 11].

Благодаря такому сбалансированному питанию в овощах не накапливаются нитраты, что позволяет получать экологически чистую продукцию. Эта технология позволяет значительно увеличивать урожайность томатов за счет более длитель-

ного периода плодоношения (с апреля по ноябрь). Питание томатов осуществляется с учетом климатического периода. Зимне-весенний оборот характеризуется тем, что первая его половина (январь – март) приходится на месяцы с низкой освещенностью, а вторая его половина (апрель – июнь) – на месяцы с высокими показателями ФАР, которые как раз совпадают с периодом массового плодоношения. В соответствии с этим в начальный период роста томата необходимо создать оптимальные условия развития «сильного» растения, достаточно вегетативно развитого, чтобы максимально использовать заложенный в нем генетический потенциал. Иначе в условиях низкой освещенности зимне-весеннего оборота возникает дисбаланс в развитии растения, у них вытягивается стебель, формируется «слабая» корневая система [15].

С целью повышения эффективности использования химических удобрений в современных технологиях возделывания овощей в теплицах проводится постоянный контроль питательного раствора и растений с применением методов комплексной диагностики, включающей визуальные, морфо-биометрические и химические инструментальные методы [7, 16].

Известно, что избыток или недостаток любого элемента питания вызывает нарушение биохимических и физиологических процессов в растении, что в первую очередь свидетельствует об отклонениях в развитии и необходимости проведения коррекции состава питательного раствора. Так, например, если растение плохо цветет, необходимо в питательном растворе увеличить содержание калия и повысить концентрацию раствора, так как калийное питание стимулирует закладку цветов. В начале плодоношения следует увеличить азотное и фосфорное питание, так как азот – основной строительный материал для растений [1, 7, 13].

В основном состояние растений определяется по внешним признакам: окраска листьев, некротические пятна, потеря тургора и т. д. Более точные сведения о состоянии растений возможно получить с использованием дополнительно показателей морфо-биометрической диагностики, определения высоты растений, числа листьев, их размеров, массы надземной части. Применение методов визуальной и морфо-биометрической диагностики дает возможность сделать предварительное заключение о необходимости проведения коррекции состава питательного раствора, что позволяет оперативно применять меры по устранению обнаруженных нарушений в питании, экономно использовать дорогостоящие химические удобрения [1, 2, 3].

Окончательные данные для оптимизации системы питания томатов на минеральных субстратах получают путем последовательных корректировок базового питательного раствора по результатам химического анализа растений на разных стадиях развития. Для этого проводится сравнение содержания макроэлементов в исследуемых растениях с имеющимися в научной литературе оптимальными параметрами концентраций и соотношений в них элементов питания в зависимости от фазы развития [17].

ВЫВОДЫ

Уровень обеспеченности растений томата элементами питания находится в тесной взаимосвязи с состоянием растений в период плодоношения, что влияет не только на величину, но и на качество урожая. Наилучшие условия для форми-

рования хорошего урожая и качества плодов томатов создаются при оптимальном содержании необходимых микро- и макроэлементов. О наиболее благоприятных условиях для роста и развития томатов в период плодоношения можно судить по внешнему виду растения: большая облиственность, более утолщенные стебли и более крупные листья. Более точные данные по оптимизации системы питания, определяющие величину урожайности и качество плодов томатов, возможно получить с использованием методов морфо-биометрической и химической диагностики.

Указанные особенности применения химических удобрений для питания томатов в малообъемной культуре с учетом корректировок режимов питания улучшают генеративное развитие томатов, создавая тем самым условия формирования максимальной продуктивности растений. В целом, в рекомендованном питательном растворе оптимизируется количество отдельных элементов питания, что позволяет уменьшить расход химических удобрений на единицу продукции и значительно повысить экономический эффект производства томатов. Следует учитывать, что усвоение элементов питания растением во многом определяется и свойствами корнеобитаемой среды. Для условий Республики Беларусь разработаны принципы оптимизации системы питания томатов на основании методов растительной диагностики и учета свойств субстратов, обеспечивающие повышение урожайности на 8–16 % и получение прибыли – 18–20 тыс. долл. США/га [7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Веремейчик, Л. А.* Основы питания томатов, выращиваемых в малообъемной культуре: монография / Л. А. Веремейчик. – Минск: Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2002. – 176 с.
2. *Веремейчик, Л. А.* Научные основы питания томатов на минеральных субстратах: монография / Л. А. Веремейчик, Л. С. Герасимович. – Минск: Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2005. – 232 с.
3. *Аутко, А. А.* Овощеводство защищенного грунта / А. А. Аутко, Г. И. Гануш, Н. Н. Долбик. – Минск: ВЭВЭР, 2006. – 320 с.
4. *Литвинов, С. С.* Защищенный грунт России: состояние, проблемы, внедрение новейших инновационных технологий / С. С. Литвинов, Р. Дж. Нурметов, Н. Л. Девочкина // Теплицы России. – 2011. – № 2. – С. 5–8.
5. Состояние и перспективы развития овощеводства защищенного грунта. Режим доступа: https://knowledge.allbest.ru/agriculture/2c0b65635a2ad69b4c53b88421206c37_0.html#text. Дата доступа: 23.03.2018.
6. Малообъемная технология возделывания томатов на минеральных субстратах: аналит. обзор / Л. С. Герасимович [и др.]; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Белорус. науч. ин-т внедрения новых форм хозяйствования в АПК. – Минск, 2004. – 54 с.
7. *Веремейчик, Л. А.* Питание, продуктивность и качество томатов на минеральных субстратах в малообъемной технологии выращивания: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.04 – / Л. А. Веремейчик; РУП «Информационно-вычислительный центр М-ва финансов Респ. Беларусь». – Минск. – 2008. – 42 с.
8. *Герасимович, Л. С.* Адаптивные системы управления капельным поливом в малообъемной культуре / Л. С. Герасимович, Л. А. Веремейчик, С. Н. Телешев-

ский // Научно-инновационная деятельность в агропромышленном комплексе: сб. науч. статей 3-й междунар. науч.-практ. конф., 29–30 мая, 2008 г. / Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – Минск, 2008. – Ч.2. – С. 8–9.

9. *Веремейчик, Л. А.* Продуктивность растений томатов, возделываемых на искусственных минеральных субстратах в зависимости от системы питания / Л. А. Веремейчик, А. В. Попов, Е. А. Ошмяна // Агропанорама. – 2003. – № 6. – С. 19–21.

10. *Веремейчик, Л. А.* Научные подходы к определению оптимальных режимов питания рассады томатов, возделываемых на минеральных субстратах / Л. А. Веремейчик, А. В. Попов // Актуальные проблемы агрономии и пути их решения: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 18–19 янв. 2005 г. / Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2005. – Вып. 1: Биологические основы адаптивного растениеводства. – Ч. 1. – С. 210–213.

11. *Веремейчик, Л. А.* Оптимизация питания томатов на минеральных субстратах: рекомендации / Л. А. Веремейчик, Л. С. Герасимович; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – Минск, 2006. – 37 с.

12. *Веремейчик, Л. А.* Влияние режимов питания на рост и развитие томатов, возделываемых на минеральных искусственных субстратах / Л. А. Веремейчик, А. В. Попов // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / Гродн. гос. аграр. ун-т. – Гродно, 2004. – Т. 3, Ч. 2: Агрономические науки. – С. 100–103.

13. Питательные растворы для выращивания томата. – Режим доступа: <https://gidroponika.com/content/view/154>. Дата доступа: 23.03.2018.

14. *Веремейчик, Л. А.* Агрехимия: курс лекций и метод. указ. по лаб. работам для студентов специальности С.03.01.00 «Механизация сельского хозяйства», специализации С.03.01 «Машины и механизмы ресурсосберегающих технологий в растениеводстве (овощеводстве)» / Л. А. Веремейчик, А. В. Попов; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Белорус. гос. аграр. ун-т. – Минск, 1999. – 146 с.

15. Малообъемное выращивание культур. Режим доступа: https://www.promgidroponica.ru/maloobemn_virash_kultur. Дата доступа: 04.04.2018.

16. *Веремейчик, Л. А.* Визуальная диагностика в системе питания томатов в теплицах / Л. А. Веремейчик // Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Горки, окт., 2006 г. / Белорус. гос. с.-х. акад. – Горки, 2006. – С. 36–38.

17. *Церлинг, В. В.* Диагностика питания сельскохозяйственных культур: справочник / В. В. Церлинг. – М.: Агропромиздат, 1990. – 235 с.

FEATURES OF CHEMICAL FERTILIZERS APPLICATION FOR THE NUTRITION OF TOMATOES IN SMALL-VOLUME CULTURE

L. A. Verameichyk

Summary

The importance of greenhouse production of vegetable products for the Republic of Belarus is presented. Trends in the development of protected soil, the feature and significance of hydroponics are shown. The importance of developing an optimal system of vegetable crops nutrition is noted.

The feature of application of drip irrigation system, vegetable crops feeding modes is described. The requirements for the composition of nutrient solutions for growing plants on artificial substrates, requirements and technology for the use of water-soluble chemical fertilizers are considered in detail. The dependence of tomato nutrition on the climatic period is indicated. The importance of applying complex diagnostic methods, including visual, morpho-biometric and chemical instrumental methods for obtaining high productivity and quality of tomato fruit, which allows economical use of expensive chemical fertilizers, selectively apply quantitative diagnostic methods and promptly put in practice measures to eliminate detected violations in nutrition is noted. The economic efficiency of tomato nutrition system optimization is shown.

Поступила 11.11.20

УДК 631.81:635

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И УДЕЛЬНЫЙ ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ УРОЖАЕМ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Н. Ю. Жабровская, Г. В. Пироговская
*Институт почвоведения и агрохимии,
г. Минск, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

Средний элементный состав сухого вещества растений следующий (процент по массе): углерод – 45, кислород – 42, водород – 6,5, азот и другие элементы – 6,5. Всего в составе растений обнаружено более 80 химических элементов. В настоящее время около 20 элементов (в том числе углерод, кислород, водород, азот, фосфор, калий, кальций, магний, сера, железо, бор, медь, марганец, цинк, молибден, ванадий, кобальт и йод) считают безусловно необходимыми для растений. Они непосредственно участвуют в процессах превращения веществ и энергии. Без них невозможны нормальный ход жизненных процессов и завершение полного 31 цикла развития растений. В отношении еще более 20 элементов (кремния, алюминия, фтора, хлора, лития, серебра и др.) имеются сведения об их положительном действии на рост и развитие растений; эти элементы считают условно необходимыми. По мере совершенствования методов анализа и биологических исследований общее число элементов в составе растений и список необходимых химических элементов, очевидно, будут расширены [4].

Благодаря результатам многочисленных исследований ученых всего мира сформировались обширные знания особенностей питания растений, состава и свойств почв и удобрений, что позволяет вносить удобрения наиболее рационально и эффективно и способствует повышению урожаев и качества всех сельскохозяйственных культур [2–4, 6–8].

Потребность растений в определенном количестве и сочетании питательных элементов обуславливается природой растений, их наследственностью и сильно