

Научное сообщение

УДК 631. 58.9 2:581. 133.8

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОГО РАСТВОРА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ ТОМАТА ПРИ МАЛООБЪЕМНОМ СПОСОБЕ ВЫРАЩИВАНИЯ В УСЛОВИЯХ РЕГУЛИРУЕМОЙ АГРОЭКОСИСТЕМЫ

О. Р. Удалова, Г. Г. Панова, Л. М. Аникина, В. Л. Судаков

*ГНУ Агрофизический научно-исследовательский институт Россельхозакадемии
195220 Санкт-Петербург, Гражданский пр., 14*

E-mail: lanikina@yandex.ru

Поступила в редакцию 15 февраля 2014 г., принята к печати 10 марта 2014 г.

Приведены результаты исследования эффективности разработанных авторами питательных растворов, подаваемых фитильным способом, в условиях регулируемой агроэкосистемы при выращивании растений томата малообъемным методом. В эксперименте использовались несколько питательных растворов (раствор Кнопа стандартный и различные его модификации, голландские стартовый и стандартный растворы). Показано, что достоверно наиболее благоприятными для данных условий выращивания томата являются предложенные авторами два варианта питательных растворов, которые имеют сбалансированный состав и применяются дифференцированно в связи с фазами развития растений.

Ключевые слова: светокультура, малообъемная технология, томат, питательные растворы, продуктивность.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие и совершенствование малообъемных технологий светокультуры требует разработки систем питания растений, обеспечивающих в полной мере корневую систему кислородом, водой и минеральным питанием. В интенсивной светокультуре томата все необходимые для обеспечения жизнедеятельности соединения растения получают из питательного раствора. Сбалансированный состав минерального питания на протяжении всего периода вегетации растений томата является одним из самых эффективных факторов достижения их высокой продуктивности.

Общие требования к составу питательных растворов для выращивания растений на искусственных субстратах заключаются в следующем: растворы должны содержать все необходимые для роста растений макро- и микроэлементы; соотношение питательных элементов должно подбираться с учетом поглощения их из раствора в разные периоды вегетации растений; концентрация раствора должна быть достаточно высокой, но нетоксичной для растений; растворы должны быть сбалансированы по составу катионов и анионов, в противном случае может происхо-

дить значительное подкисление или подщелачивание раствора при преимущественном поглощении растениями анионов или катионов соответственно.

В научной и производственной литературе описаны десятки составов питательных растворов, разработанных для использования в системах культивирования разных видов растений. При составлении растворов учитываются индивидуальные потребности выращиваемых растений в тех или иных химических элементах, обеспечение долговременности использования растворов, стабильности во времени величины их рН и т. д. Наиболее известными являются растворы, предложенные Кнопом, Хогландом и Арноном, Жерике, Чесноковым, Алиевым, питательный раствор, применяемый в Калифорнийском университете, раствор экспериментальной станции в Нью-Джерси.

В фундаментальной работе В. А. Чеснокова и др. (1960) продемонстрировано, что для круглогодичного выращивания растений томата можно эффективно использовать питательный раствор одного состава в течение всего периода вегетации растений вне зависимости от фазы их развития. При поддержании стабильной концентрации

и соотношения компонентов в питательном растворе растения томата не испытывают недостатка ни в воде, ни в питательных элементах. Другие авторы предлагают изменять состав питательного раствора по этапам онтогенеза растений, например, современные голландские тепличные технологии культивирования томата предусматривают применение растворов, дифференцированных по фазам развития растений томата: стартового, стандартного и для генеративного периода развития растений (Тепличный практикум, 2000).

В Агрофизическом институте выполнен большой объем исследований, направленных на изучение зависимости роста, развития и продуктивности томата от состава и способа подачи питательного раствора в корнеобитаемую среду. Установлено, что несмотря на эффективность использования раствора Кнопа для культивирования томата в условиях регулируемой агроэкосистемы, возникла необходимость подбора состава питательного раствора, связанная со способом его подачи в корнеобитаемую среду (Ермаков, Медведева, 1986; Аникина, Ермаков, 1988; Аникина, 1994; Панова и др., 2011).

Для выращивания растений томата малообъемным методом (объем субстрата три литра на растение) при капиллярном способе подачи питательного раствора по плоскому фитилю (Желтов, 1986; Панова и др. 2010) сотрудниками института были разработаны три вида питательных растворов:

– модифицированный раствор Кнопа, по количественным характеристикам близкий к оригиналу, но отличающийся от него более высоким содержанием калия и фосфора. Увеличение содержания данных элементов в модифицированном растворе Кнопа обусловлено возрастанием потребности в фосфоре и калии у растений томата в период плодоношения. Оно способствует лучшему росту корневой системы растений, повышению продуктивности и улучшению качества продукции. В частности, оптимизация фосфорного питания благоприятно влияет на накопление белкового азота в плодах растений и снижает уровень нитратных соединений (Алиев, 1985).

– питательный раствор № 1, предназначенный для подачи растениям томата до периода массового цветения и начала завязывания плодов. В отличие от оригинального раствора Кнопа, содержит большее количество всех питательных элементов. Это обусловлено возрастанием активности потребления элементов питания в данный период развития растений.

– питательный раствор № 2 также имеет более высокую концентрацию питательных элементов по сравнению с оригинальным раствором Кнопа, а в отличие от раствора № 1, предназначенного для вегетативной стадии развития растений, содержит большее количество калия, что способствует лучшему наливу плодов, увеличению содержания в них органических кислот, улучшению их вкуса, а также равномерной пигментации.

Цель настоящего исследования заключалась в изучении влияния разработанных питательных растворов на рост и продуктивность растений томата в условиях интенсивного культивирования в регулируемой агроэкосистеме малообъемным методом при капиллярном способе подачи питательного раствора по плоскому фитилю, а также в оценке их эффективности по сравнению с прототипами – растворами Кнопа – различной концентрации и питательными растворами, используемыми в голландских тепличных технологиях.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Растения томата сорта «Ультрабек» выращивались малообъемным способом в оригинальной вегетационной светоустановке высотой до 1,2 метров (Ермаков, 2007; Панова и др., 2011). Средняя облученность растений составляла $\sim 50 \text{ Вт м}^{-2}$ ФАР, продолжительность светового периода – $16 \text{ час} \cdot \text{сутки}^{-1}$, температура воздуха днем – $25 \pm 2^\circ\text{C}$ и ночью – $22 \pm 2^\circ\text{C}$. Относительная влажность воздуха составляла 50–60%. Исследуемые питательные растворы подавались в корнеобитаемую среду капиллярным способом по плоскому фитилю (Панова и др., 2010). В каждом варианте опыта выращивалось 11 растений томата.

В опытах испытывались следующие растворы для интенсивной светокультуры: стандартный раствор Кнопа (контроль) (Чес-

ноков и др., 1960); разработанный модифицированный раствор Кнопа; разработанный питательный раствор № 1; разработанный питательный раствор № 2; тепличные голландские питательные растворы, стартовый и стандартный (Дайджест журнала «Мир-теплиц», 2000, http://www.ponics.ru/2009/05/rastv_holland).

В схему опытов входили следующие варианты.

1. В течение всего периода вегетации растения выращивались на стандартном растворе Кнопа.

2. Растения выращивались на стандартном растворе Кнопа до цветения. В период завязывания и налива плодов применялся разработанный модифицированный раствор Кнопа.

3. Растения выращивались до цветения на стандартном растворе Кнопа двойной концентрации, в период завязывания плодов осуществлялся переход на стандартный раствор Кнопа половинной концентрации, во время налива плодов - на стандартный раствор Кнопа.

4. Растения выращивались до фазы налива плодов на растворе Кнопа двойной концентрации, затем, в фазу налива плодов, питание растений переводилось на стандартный раствор Кнопа.

5. Растения выращивались в течение всего периода вегетации с использованием голландского стандартного раствора.

6. Растения до цветения выращивались на стартовом голландском растворе, затем осуществлялся переход на стандартный голландский раствор.

7. Растения выращивались на разработанных сотрудниками института питательных растворах, состав которых менялся по фазам вегетации растений: раствор № 1 использовался до массового цветения растений и начала завязывания плодов, а раствор № 2 – в период плодоношения.

Элементный состав применявшихся в работе растворов представлен в таблице 1.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Используемые в экспериментах питательные растворы существенно отличались по соотношению содержащихся в них элементов питания (табл. 2).

Таблица 1. Элементный состав питательных растворов

Вариант опыта	Концентрация элементов питания, мг л ⁻¹					
	N-NO ₃	N-NH ₄	P	K	Ca	Mg
Стандартный раствор Кнопа	154	–	56	167	170	24
Модифицированный раствор Кнопа	155	–	115	330	158	24
Голландский стартовый раствор	231	19,6	62	288	208	65,7
Голландский стандартный раствор	193	14	46,5	292	212	65
Раствор №1	228	4	60	279	224	67
Раствор №2	219	3	60	366	209	67

Таблица 2. Соотношение элементов в питательных растворах

Питательные растворы	Соотношения элементов в питательном растворе			
	K:N	K:Ca	Ca:Mg	N:P
Стандартный раствор Кнопа	1,1	1,0	7,1	2,8
Модифицированный раствор Кнопа	2,1	2,6	5,3	1,3
Стартовый голландский раствор	1,1	1,4	3,2	4,0
Стандартный голландский раствор	1,4	1,4	3,3	4,4
Раствор №1	1,2	1,4	3,3	3,8
Раствор №2	1,7	1,8	3,2	3,7

Максимальное значение соотношения элементов К:N характерно для модифицированного раствора Кнопа, минимальное – для стандартного раствора Кнопа и для голландского стартового раствора. По данному показателю разработанный раствор № 2 близок к модифицированному раствору Кнопа, а стандартный голландский раствор и разработанный раствор №1 занимают промежуточное положение. Считается, что наиболее благоприятные значения соотношений элементов К:N в период завязывания и налива плодов должно составлять от 1,7:1 до 2,0:1 (Алиев,1985; Глунцов, 1987).

Наименьшее соотношение элементов К:Са характерно для стандартного раствора Кнопа, а наибольшее – для модифицированного раствора Кнопа и питательного раствора № 2. Голландские растворы и питательный раствор №1 характеризуются средними значениями по данному показателю. Известно, что нарушение в балансе калия и кальция может вызывать вершинную гниль в плодах томата (Глунцов,1987).

Наибольшим соотношением элементов Са:Mg характеризуются стандартный и модифицированные растворы Кнопа. Во всех остальных растворах указанное соотношение составляет 3,2. Соотношение данных элементов важно для обеспечения хорошего роста корневой системы растений, а также определяет налив плодов. Соотношение указанных элементов в питательном растворе рекомендуется поддерживать на уровне 1:4 в течение всей вегетации растений (Алиев, 1985; Глунцов, 1987).

Соотношение элементов N:P наиболее высоко в голландских растворах, минимальное – в модифицированном растворе Кнопа. Про-

межуточное место по данному показателю занимают стандартный раствор Кнопа и растворы № 1 и № 2. Оптимальное соотношение данных элементов варьирует по фазам вегетации растений: в период вегетативного развития оно может быть около двух, а в период плодоношения должно достигать трёх.

Как показывают результаты проведенных исследований, выращивание растений на исследуемых питательных растворах и их сочетаниях не привело к достоверным различиям по таким параметрам продуктивности растений, как количество плодов на одно растение и средняя масса плода. Достоверно наиболее продуктивными по массе плодов на одно растение и по урожаю плодов на 1 м² были растения томата, выращенные на разработанных растворах № 1 и № 2 (вариант 7). Продуктивность растений по отмеченным показателям в данном варианте опыта была выше, чем в контроле, на 24% (табл. 3).

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования влияния питательных растворов различного состава на продуктивность томата при фитильном способе их подачи в малообъемную корнеобитаемую среду и выращивании растений под искусственным светом показали перспективность использования для данной системы разработанных питательных растворов №1 и №2 с более высоким (по сравнению со стандартным раствором Кнопа) содержанием ряда основных элементов питания и применяемых дифференцировано по фазам развития растений. Полученные результаты позволили усовершенствовать малообъемную технологию культивирования растений томата в регулируемых условиях.

Таблица 3. Продуктивность растений томата при выращивании на различных питательных растворах

Вариант опыта	Количество плодов, шт. растение ⁻¹	Средняя масса плода, г	Масса плодов, г растение ⁻¹	% относительно контроля	Урожай плодов, г м ⁻²
1 (контроль)	118±3,0	42,0±5,6	451±45	100±10	9027
2	116±4,0	44,7±6,1	477±57	106±12	9540
3	120±4,0	36,5±4,9	398±59	88±15	7972
4	105±3,0	43,3±5,8	413±66	92±16	8280
5	126±6,0	42,1±4,7	482±58	107±12	9646
6	121±6,0	44,5±5,3	489±88	108±18	9792
7	117±4,0	50,9±5,5	560±62*	124±11*	11200*

* – достоверно отличается от контрольного на 5%-ном уровне значимости

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алиев Э. А. 1985. Выращивание овощей в гидропонных теплицах. Киев: Урожай. 160 с.
- Аникина Л. М., Ермаков Е. И., Медведева И. В. 1988. Закономерности взаимодействия корнеобитаемых сред с питательными растворами // Науч.-техн. бюл. по агроном. физике. № 7. Л.: АФИ. С. 45–48.
- Аникина Л. М. 1994. Органическое вещество корнеобитаемых сред при интенсивном выращивании растений в регулируемых условиях. Тезисы докладов. Всероссийская конференция «Вопросы агрофизики при воспроизводстве плодородия почв». СПб. С. 12–14.
- Глунцов Н. М. 1987. Применение удобрений в тепличном хозяйстве. М.: Московский рабочий. 144 с.
- Желтов Ю. И. 1986. Влияние способов увлажнения корнеобитаемых сред на продуктивность томата в регулируемых условиях // Научно-техн. бюл. по агроном. физике. № 65. Л. С. 11-14.
- Ермаков Е. И., Медведева И. В. 1985. Оптимизация условий жизнеобеспечения корней при исследовании водно-минерального обмена и потенциальной продуктивности растений томата // Сб. науч. тр. по агроном. физике. Л. С. 155–186.
- Ермаков Е. И. 2007. Регулируемая агроэкосистема в познании и управлении продукционным процессом // Регулируемая агроэкосистема в растениеводстве и экофизиологии. СПб. С. 4–20.
- Панова Г. Г., Драгавцев В. А., Канаш Е. В., Архипов М. В., Черноусов И. Н. Научно-технические основы оптимизации продукционного процесса в регулируемой агроэкосистеме // Агрофизика. 2011. № 1. С. 29–37.
- Панова Г. Г., Желтов Ю. И., Судаков В. Л., Черноусов И. Н., Драгавцев В. А., Канаш Е. В., Карманов И. В., Аникина Л. М., Удалова О. Р. Биотехнологические комплексы по круглогодичному интенсивному ресурсосберегающему производству высококачественной растительной продукции: основы создания и перспективы // Матер. коорд. совещ. СПб.: АФИ, 2010. С. 77–85.
- Тепличный практикум Дайджест журнала «Мир теплиц». 2000. Приложение к журналу «Мир Теплиц». М. 110 с.
- Сайт о гидропонном выращивании растений http://www.ponics.ru/2009/05/rastv_holland/
- Чесноков В. А., Базырина Е. Н., Бушуева Е. Н., Ильинская Н. Л. 1960. Выращивание растений без почвы. Л.: ЛГУ. 171 с.

На ежеквартальный научный журнал

Агрофизика

можно подписаться на второе полугодие 2014 года.

Номер в каталоге 70016.

Рубрика тематического указателя в периодическом СМИ Агентства «Роспечать»
журнале «Газеты. Журналы» на второе полугодие 2013 года:
Науки о земле. Экология.