М.Ф. Степура¹, Н.Ф. Рассоха¹, Н.И. Тышкевич¹, Л.Г. Козотько²

¹ РУП «Институт овощеводства», аг. Самохваловичи, Минский р-н

² Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки

ВЛИЯНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ТОМАТА В МАЛООБЪЕМНОЙ КУЛЬТУРЕ ТЕПЛИЧНЫХ КОМБИНАТОВ НА СОДЕРЖАНИЕ В ПЛОДАХ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ

Дата поступления статьи в редакцию: 15.06.2021

Рецензент: канд. с.-х. наук Ярчаковская С.И.

Аннотация. В работе приводятся результаты исследований влияния различных питательных растворов в малообъемной культуре в защищенном грунте на содержание основных элементов питания, тяжелых металлов и сухого вещества в плодах по периодам образования кистей на растениях томата.

Ключевые слова: томаты, питательные растворы, макроэлементы, микроэлементы.

Введение. Томаты относятся к числу наиболее ценных овощных культур. Родиной томатов является Южная Америка. В Беларуси томаты начали возделывать лишь в XIX веке. Томаты сначала выращивали как садово-декоративное растение. Многие считали их ядовитыми. Томаты не сразу стали такими, какими мы знаем их сейчас. Еще и теперь в Перу, Мексике, на Канарских и Филиппинских островах на необработанных землях встречаются дикие сородичи томатов.

В Республике Беларусь томаты выращиваются повсеместно как в общественном, так и в индивидуальных секторах, и на участках овощеводов любителей. Томаты являются важным сырьем для консервной промышленности [1].

В плодах томата большую часть сухих веществ составляют сахара и органические кислоты. В составе сахаров преобладают глюкоза и фруктоза (глюкозы несколько больше), содержание же сахарозы составляет в среднем (0,5–0,8 %).

Среди органических кислот первое место принадлежит яблочной (примерно 50 % общей кислотности, за нею лимонная, щавелевая и винная). В перезревших плодах томата содержится также янтарная кислота. Плоды томата среди ряда другой продукции выделяются более высоким содержанием витамина Е, никотиновой и пантотеновой

кислот. В составе фенольных соединений в плодах томатов найдены хлорогеновая, кофейная и паракумаровая кислоты, обладающие желчегонным, мочегонным, антимикробным, капилляроукрепляющим и противовоспалительным действием.

Исследования отечественных и зарубежных авторов свидетельствуют о том, что плоды томата в среднем содержат в сыром веществе золы – 0,70–0,75 %, P_2O_5 – 0,07–0,09 %, K_2O – 0,32–0,34 %, MgO – 0,04–0,05 %, CaO – 0,06–0,07, S – 0,03–0,04 % [3, 5, 6, 7, 9, 12]. Однако, условия выращивания, в том числе применение различных концентраций питательных растворов, могут значительно изменить содержание азота и зольных элементов в плодах томата. Нарушение питания не проявляется одинаково на разных ярусах кистей и в плодах томата. Недостаток питания азотом, фосфором, калием и магнием проявляется на первых и более старых кистях и плодах, то есть в нижних ярусах растений [11].

К.П. Магницкий [10] утверждал, что повышение концентрации питательного раствора может привести к отравляющему действию избытка питательных элементов на растительный организм, а понижение концентрации питательного раствора к резкому сбросу продуктивности культуры. Указанные выше химические элементы в плодах томата приводятся для продукции, выращенной в открытом грунте. Что касается плодов томата защищенного грунта, при возделывании по малообъемной технологии, то такие сведения весьма ограничены.

Использование современных гибридов томата, предназначенных для выращивания в малообъемной культуре, определенную актуальность представляет изучение их отзывчивости на химические элементы питания по периодам роста и развития растений.

В то же время, литературных данных о содержании азота, включая некоторые соли тяжелых металлов, при современной технологии выращивания томата на синтетических субстратах почти отсутствуют, поэтому определения в продукции томата азота, фосфора, калия, кальция, магния и тяжелых металлов является актуальной проблемой и требует решения [2, 4].

Целью являлось изучение содержания основных элементов питания и тяжелых металлов в продукции томата в зимних теплицах по периодам роста и развития растений.

Методика и условия проведения исследований. Исследования выполнены в период 2008–2011 гг. на базе тепличного комбината КСУП «Мозырская овощная фабрика» Мозырского района Гомельской области.

В качестве объектов исследований использовались гибриды томата зарубежной селекции: Раисса F_1 и Старбак F_1 , включенные в «Государственный реестр сортов древесно-кустарниковых пород Республики Беларусь».

Раисса F_1 – раннеспелый гибрид, предназначен для малообъемной технологии в остекленной теплице зимне-весеннего оборота. Растение индетерминантного типа, среднеоблиственное. Плод округлой формы, гладкий, 3–4 камерный, мясистый, красного цвета. Средняя масса плода – 118 г. Дегустационная оценка – 4,9 балла. Время от всходов до созревания плодов 109 дней. Выход товарной продукции 90,6 %. Устойчив к вирусу табачной мозаики, клодоспориозу, вертициллезу и фузариозу.

Старбак F_1 – среднепоздний гибрид, предназначен для малообъемной технологии, зимне-весеннего оборота. Растение индетерминантного типа, полуприподнятой формы. Плод округлый, ребристый, с глянцевой поверхностью, 5–6 камерный, красного цвета. Средняя масса плода – 211 г. Основание плода со слабым углублением. Вершина плода гладкая, зеленое пятно у основания плода отсутствует. Средняя товарная урожайность – 52,5 кг/м². Выход товарной продукции – 99,8 %. Дегустационная оценка свежих плодов – 5,0 балла. Гибрид пригоден для использования в свежем виде.

Растения томата выращивали в теплицах на минеральной вате, а для подачи воды и питательных растворов индивидуально к каждому растению использовали капельную систему. Химический состав минеральной ваты: SiO₂ – 47, CaO – 17, Al₂O₃ – 13, MgO – 9, Fe₂O – 8, Na₂O – 2, TiO₂ – 1, K₂O – 1. Пористость минераловатного субстрата составляет 90 % и более.

Для приготовления маточных растворов использовались водорастворимые удобрения в хелатной форме. Концентрация питательного раствора (ЕС) составляла 2,8–3,0 мСм/см. Расход рабочего раствора составлял от 2,5 до 3,0 л на одно растение. Повторность опытов четырехкратная. Учетная площадь делянки составляла 20 м². Сухое вещество определяли методом высушивания до постоянной массы.

Определение подвижных соединений фосфора и калия (P₂O₅ и K₂O) – по методу А.Т. Кирсанова (ГОСТ 26207-91) и азота (ГОСТ 26715-85). Фактической содержание микроэлементов определяли при помощи атомно-абсорбционным спектрометром ААС-30.

Основные результаты исследований подвергались статистической обработке дисперсионным методом по Б.А. Доспехову [8] с использованием компьютерной программы Microsoft Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате проведенных исследований установлено, что изучаемые гибриды томата Раисса F_1 и Старбак F_1 по-разному отзывались на составы питательных растворов, подаваемых через систему капельного полива, особенно в период формирования седьмой и двенадцатой кистей.

Так, при использовании традиционного питательного раствора содержание сухого вещества в плодах седьмой кисти составило 4,7 %, а

в плодах двенадцатой кисти соответственно 4,8 %, тогда как использование экспериментального состава питательного раствора позволило получить содержание сухого вещества 4,9–5,0 %, что на 0,2 % больше по сравнению с традиционным питательным раствором.

Анализ полученных результатов показал, что гибрид Старбак F_1 несколько лучше отзывался на оптимизацию состава экспериментального питательного раствора, что обеспечило повышение содержания сухого вещества в плодах на 0,3 %. В дальнейшем, разница в содержании сухого вещества в плодах семнадцатой и двадцать второй кистей изучаемых гибридов составила всего 0,1 %.

Выявлено, что в период с седьмой до двенадцатой кистей плоды томата больше потребляли азота в среднем 3,05–3,18 % и меньше подвижных форм фосфора 0,83–0,84 % и калия – 5,07–5,08 % по сравнению с содержанием этих элементов в плодах семнадцатой и двадцать второй кистей.

Содержание калия в плодах томата при использовании экспериментального состава питательного раствора возросло на 0,12–0,16 % по сравнению с содержанием калия при традиционном питательном растворе. Следует отметить, что содержание кальция и магния почти не зависело от состава применяемого раствора (таблица 1).

Установлено, что использование в системе капельного полива экспериментального состава питательного раствора при выращивании гибридов томата Раисса F_1 и Старбак F_1 позволило повысить урожайность плодов в защищенном грунте на субстрате минеральная вата в среднем на 2,0–3,6 кг/м² или 5–9 % относительного традиционного состава питательного раствора.

Выявлено, что применение экспериментального состава питательного раствора в малообъемной культуре томата в положительную сторону изменило содержание тяжелых металлов в плодах (таблица 2).

Из изучаемых тяжелых металлов более других уменьшилось содержание цинка. Содержание подвижного цинка по фону экспериментального состава питательного раствора было ниже на 0,08–0,10 мг/кг чем при использовании традиционного состава питательного раствора. Содержание меди изменялось незначительно, хотя и медь считается подвижным элементом (на 0,01–0,02 мг/кг сырой массы плодов).

Наиболее опасными загрязнителями продукции являются хром и свинец. Для получения экологически безопасной продукции предельно допустимая концентрация хрома и свинца ориентировочно определена – 0,2 и 0,5 мг/кг сырой массы соответственно. Содержание хрома и свинца в продукции томата за период исследований не зависимо от состава питательного раствора находилась ниже в 2,2–2,8 раза ПДК. Марганец и железо не относятся к разряду особо токсичных элементов, содержание их в продукции ниже предельно допустимых качеств.

Таблица 1 – Влияние питательного раствора и гибрида томата на содержание в плодах азота и основных элементов питания

Пита- тельный раствор	Содержание в сухом веществе, %					
	Сухое ве- щество, %	N общий	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Раисса F ₁						
7 кисть						
ТПР	4,7	3,12	0,82	4,98	2,03	0,79
ЭПР	4,9	3,08	0,84	5,04	2,09	0,84
12 кисть						
ТПР	4,8	3,04	0,83	5,09	2,07	0,81
ЭПР	5,0	2,96	0,86	5,17	2,14	0,85
17 кисть						
ТПР	5,1	2,84	0,87	5,21	2,18	0,82
ЭПР	5,2	2,77	0,89	5,41	2,21	0,86
22 кисть						
ТПР	5,2	2,82	0,83	5,38	2,07	0,79
ЭПР	5,3	2,78	0,86	5,52	2,11	0,82
НСР ₀₅	0,26	0,20	0,16	0,18	0,14	0,12
Старбак F ₁						
7 кисть						
ТПР	4,8	3,21	0,81	5,03	2,04	0,77
ЭПР	5,1	3,19	0,83	5,07	2,06	0,79
12 кисть						
ТПР	5,0	3,17	0,83	5,08	2,11	0,78
ЭПР	5,3	3,16	0,85	5,13	2,16	08,0
17 кисть						
ТПР	5,2	2,88	0,83	5,27	2,19	0,81
ЭПР	5,3	2,82	0,85	5,54	2,20	0,85
22 кисть						
ТПР	5,3	2,84	0,86	5,29	2,17	0,80
ЭПР	5,4	2,83	0,88	5,56	2,19	0,82
НСР ₀₅	0,24	0,18	0,08	0,21	0,12	0,14

Примечание. ТПР – традиционный питательный раствор; ЭПР – экспериментальный пита-
тельный раствор.

Что касается тяжелых металлов, то в плодах томата разных сборов содержание свинца, цинка, хрома, меди, железа и марганца значительно ниже ПДК, согласно Сан-Пин № 2-123-4089-86 от 31.03.06 г.

Допустимое остаточное количество в овощах по нормам Постоянной комиссии СЭВ меди равно 5 мг/кг сырой массы, цинка – 10,0 мг/кг сырой массы, марганца – 25 мг/кг сырой массы, железа – 50 мг/кг сырой массы, свинца – 0,5 мг/кг сырой массы, хрома – 0,2 мг/кг сырой массы.

Исследованиями выявлено, что в снижении токсичности, следовательно, и улучшении экологических свойств продукции томата предпочтительным оказался экспериментальный состав питательного раствора (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние питательного раствора и гибрида томата на содержание в плодах тяжелых металлов

Питательный раствор	мг/кг сырой массы					
	Cu	Zn	Mn	Fe	Pb	Cr
Раисса F_1						
7 кисть						
ТПР	0,44	0,92	1,97	29,1	0,24	0,09
ЭПР	0,42	0,87	1,92	27,4	0,18	0,08
12 кисть						
ТПР	0,34	0,78	1,86	28,2	0,27	0,09
ЭПР	0,35	0,66	1,69	26,8	0,28	0,08
17 кисть						
ТПР	0,34	0,68	1,49	21,3	0,24	0,07
ЭПР	0,32	0,62	1,42	18,9	0,26	0,05
22 кисть						
ТПР	0,31	0,61	1,94	26,4	0,16	0,05
ЭПР	0,26	0,54	1,89	24,2	0,12	0,04
Старбак F_1						
7 кисть						
ТПР	0,51	0,98	2,02	32,3	0,22	0,09
ЭПР	0,53	0,82	1,95	29,9	0,19	0,07
12 кисть						
ТПР	0,44	0,89	1,88	29,7	0,25	0,08
ЭПР	0,42	0,73	1,79	29,4	0,23	0,07
17 кисть						
ТПР	0,37	0,79	1,57	23,4	0,22	0,08
ЭПР	0,36	0,71	1,62	23,2	0,24	0,05
22 кисть						
ТПР	0,34	0,69	1,98	27,4	0,15	0,07
ЭПР	0,31	0,62	1,92	25,8	0,14	0,06

Заключение. Полученные данные свидетельствуют о важности определения количественного содержания макро- и микроэлементов в плодах томата по периодам образования кистей, которые имеют большое значение в разработке наиболее оптимальной системы питания растений для конкретных малообъемных технологий в защищенном грунте и для производства экологически безопасной овощной продукции.

Список литературы

1. Адаптивные системы земледелия в Беларуси / редкол.: Г. И. Гануш [и др.]. – Минск, 2001. – 308 с.
2. Алексеев, Ю. В. Тяжелые металлы в почвах и растениях / Ю. В. Алексеев. – М.: Агропромиздат, 1987. – 142 с.
3. Аутко, А. А. Тепличное овощеводство. / А. А. Аутко, Н. Н. Долбик, И. П. Козловская. – Минск: Технопринт, 2003. – 244 с.
4. Богдевич, И. М. Повышение агроэкономической эффективности возделывания томатов на минеральных субстратах в малообъемной культуре / И. М. Богдевич, Л. А. Веремейчик // Почвоведение и агрохимия. – Минск, 2008. – № 2(41). – С. 242–249.
5. Веремейчик, Л. А. Основы питания томатов, выращиваемых в малообъемной культуре. – Минск, 2002. – 176 с.
6. Гавриш, С. Ф. Томат: возделывание и переработка / С. Ф. Гавриш, С. К. Галкина. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 190 с.
7. Гуськова, Г. Н. Агроэкономическая эффективность культуры томата на малообъемных субстратах из верхового торфа: автореф. дис. .. канд. с.-х. наук / Г. Н. Гуськова. – М., 1991. – 22 с.
8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для студ. высших с.-х. учеб. завед. по агроном. спец. / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
9. Кравцова, Г. М. Минеральное питание индетерминантных гибридов томата при выращивании малообъемным способом на торфяных и торфоперлитных субстратах / Г. М. Кравцова // Гавриш. – 1999. – № 2. – С. 12–15.
10. Магницкий, К. П. Диагностика потребности растений в удобрениях / К. П. Магницкий. – М.: Моск. рабочий, 1972. – 271 с.
11. Степуро, М. Ф. Удобрение овощных культур / М. Ф. Степуро. – Минск: Беларуская навука, 2016. – 193 с.
12. Церлинг, В. В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур: справочник / В. В. Церлинг. – М.: Агропромиздат, 1990. – 235 с.

M.F. Stepuro¹, N.F. Rassokha¹, N.I. Tyshkevich¹, L.G. Kogotko²

¹RUE «Institute of vegetable growing», ag. Samokhvalovich, Minsk region

²Belarusian state Agricultural Academy, Gorki

INFLUENCE OF NUTRIENT SOLUTIONS BY TOMATO GROWING IN LOW-VOLUME CULTURE IN GREENHOUSE COMBINE ON THE CONTENT IN FRUITS MACRO AND MICRO ELEMENTS

Annotation. The paper presents the results of studies of the effect of various nutrient solutions in a low-volume culture in a protected ground on the content of basic nutrients, heavy metals and dry matter in fruits according to the periods of brush formation on tomato plants.

Key words: tomatoes, nutrient solutions, macronutrients, micronutrients.