

УДК 624.131.4: 631.284

А.А. АУТКО, И.П. КОЗЛОВСКАЯ

ЛИСТОВАЯ ДИАГНОСТИКА ПИТАНИЯ ТОМАТА ПРИ МАЛООБЪЕМНОМ ВЫРАЩИВАНИИ В ЗИМНИХ ТЕПЛИЦАХ

Оборудование зимних теплиц системами капельного орошения позволяет осуществлять подачу всех элементов минерального питания в растворенном виде непосредственно к корням растений. Корнеобитаемая среда (субстрат) при ограниченном объеме должна обеспечить полноценный рост и развитие крупногабаритных тепличных растений, рациональное их питание и высокую продуктивность в течение продолжительного периода вегетации. В качестве корнеобитаемой среды широко применяются субстраты синтетического (минеральная вата) и органического происхождения. Последние создаются на основе природного материала – торфа, имеют невысокую стоимость; их использование не создает экологических проблем. Более того, их утилизация способствует повышению плодородия естественных почв в открытом грунте и в пленочных теплицах. Для республики Беларусь, обладающей значительными природными запасами торфа, разработка технологий выращивания тепличных растений на органических питательных субстратах имеет несомненный научный и практический интерес, так как позволяет решить ряд экологических и экономических проблем тепличного овощеводства.

Органические субстраты, несмотря на несомненные преимущества, в отличие от синтетических, не обеспечивают стабильность физических параметров корнеобитаемой среды на протяжении всего периода вегетации растений. Дестабилизация физических свойств органических субстратов происходит за счет минерализации органического вещества торфа при повышенных температуре и влажности в условиях теплиц. Поэтому введение в состав субстрата органических наполнителей, имеющих иную, чем у торфа, природу и более устойчивых к разложению обеспечивает стабилизацию свойств таких субстратов. Помимо этого, такие добавки за счет процессов адгезии, обеспечивают концентрацию и закрепление вокруг своих частиц пылеватых частиц торфа, что предотвращает их миграцию на дно пакета и позволяет сохранить однородность субстрата на протяжении всего периода вегетации.

В качестве добавок возможно использование костры льна, которая является отходом сельскохозяйственного производства [1, 2, 3]. Для определения оптимальных дозировок органических добавок нами были подобраны составы субстратов с различным ее содержанием (табл. 1).

Таблица 1

Схема опыта

Вариант опыта	Состав субстрата
1	Торф (100%)
2	Торф (80%) + костра льна (20%)
3	Торф (65%) + костра льна (35%)
4	Торф (50%) + костра льна (50%)
5	Костра льна 100%

При традиционной системе питания перед высадкой растений субстрат увлажняют питательным раствором, и последующее питание растений после высадки на постоянное место осуществляется только питательными растворами, которые поступают в корнеобитаемую среду через капельницу. Для приготовления растворов используют безбалластные водорастворимые формы минеральных удобрений. Такие удобрения имеют высокую стоимость и, в основном, закупаются за рубежом.

При выращивании овощей на минеральной вате такая система минерального питания является единственно возможной. Но при использовании органических субстратов, которые способны поглощать и удерживать элементы минерального питания, систему питания растений можно изменить. Нами было предложено, с целью экономии водорастворимых удобрений, вносить часть элементов минерального питания в основную заправку в сухом виде. Питание растений томата осуществлять на протяжении определенного периода за счет элементов питания, внесенных таким образом, а через систему капельного полива подавать в этот период не раствор удобрений, а поливную воду.

Такой технологический прием позволяет осуществлять комплексное питание растений: на первых этапах за счет элементов питания, внесенных в субстрат в сухом виде, а в последующем – за счет элементов питания, поступающих в виде раствора через капельницу.

Дозировали минеральные удобрения для основной заправки, исходя из месячной потребности растений. Оптимальными считали уровни содержания элементов минерального питания, рекомендованные ЦИНАО. Для основной заправки использовали широко распространенные удобрения отечественного производства (аммиачная селитра, двойной суперфосфат, сульфат калия). Микроудобрения вносили в жидком виде. Субстрат помещали в пластиковые светонепроницаемые пакеты, в которые высаживали по два растения томата (гибрид Маева). Питание растений на протяжении первого месяца вегетации осуществлялось только за счет удобрений, внесенных в основную заправку.

Комбинированная система минерального питания овощных растений при малообъемном способе их выращивания имеет принципиальные отличия от традиционной. На ранних стадиях роста и развития растения получают элементы минерального питания из удобрений, внесенных в сухом виде в питательный субстрат. Доступность таких элементов значительно ниже, чем элементов, внесенных в водорастворимой форме. Фактически в этот период корневая система растений должна извлекать элементы питания, находящиеся в обменном состоянии в поглощающем комплексе питательного субстрата, причем их концентрация сразу после посадки растений оказывается наибольшей.

В этой связи возникла необходимость изучения особенностей роста, развития, условий питания растений и их продуктивности на органических субстратах различного состава.

О потребности растений в питательных веществах можно судить как по потреблению ими элементов питания, так и по химическому составу листа-индикатора [5]. Существуют верхняя и нижняя границы оптимальных содержаний элементов минерального питания в листе растений. Химический анализ листьев позволяет установить начало проявления нарушений в концентрации элементов питания [4, 5].

Состояние питания растений мы оценивали как по фактическому содержанию элементов питания в листьях растений томата, так и по величине коэффициентов отклонений содержания каждого из элементов от оптимального:

$$K_n = \frac{C_{\text{факт.}}}{C_{\text{опт.}}},$$

где K_n – коэффициент отклонения;

$C_{\text{опт.}}$ – оптимальное содержание элемента питания;

$C_{\text{факт.}}$ – фактическое содержание элемента питания [4].

Отклонение K_n от 1 в сторону увеличения свидетельствует об избыточном количестве питательных веществ в растении, а в сторону уменьшения – о недостаточном.

Диапазон колебаний коэффициента отклонения (K_n), при котором не возникает нарушений в физиологическом развитии растений, зависит от приспособительной реакции растений к внешним условиям. В условиях зимних теплиц, при недостаточной освещенности на первых этапах роста и развития растений, отклонения вышеназванного коэффициента от 1 на величину, превышающую 0,25, следует считать явлением негативным, характеризующим нарушения поступления элемента питания в растения.

Для определения оптимальных сроков начала жидких подкормок установили временные периоды в 18, 24 и 30 дней после высадки рассады на постоянное место. В эти же сроки, то есть перед началом жидких подкормок, проводили листовую диагностику.

Через 18 дней после начала вегетации содержание азота в листьях растений томата, выращенных на субстратах с добавками костры льна, находилось в пределах оптимума: около 5%, за исключением растений на субстратах из костры льна, где уже к первому сроку начала жидких подкормок содержание азота оказалось ниже оптимального (табл. 2).

Таблица 2

Содержание элементов минерального питания в листьях томата

Вариант опыта	N			P			K		
	Сроки наблюдений								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	5,25	5,06	4,53	0,62	0,55	0,48	3,65	4,43	5,64
2	5,21	4,86	3,95	0,66	0,63	0,55	4,02	5,53	5,47
3	5,48	5,64	5,03	0,72	0,74	0,68	4,12	5,48	5,65
4	4,64	3,44	3,13	0,54	0,50	0,38	3,32	3,65	3,62
5	3,47	2,12	2,06	0,50	0,48	0,40	3,20	3,34	2,21

Через 24 дня после начала вегетации содержание азота в листьях томатов находилось в диапазоне оптимума у растений на торфяном субстрате и на субстратах с 20 и 35% добавкой костры. На субстратах, содержащих 50% добавки, содержание азота оказалось 3,44%, а на субстратах из костры льна – всего 2,12%. Визуально значительных различий между растениями, выращиваемыми на изучаемых субстратах, не отмечено.

По истечении тридцатидневного срока выращивания томата без жидких подкормок содержание азота в листьях растений несколько снизилось. Так, у растений, выращиваемых на торфяном субстрате и субстрате с добавками костры льна в количестве 20%, содержание азота в листьях составляло 4,53% и 3,95%

соответственно, что фактически находится на границе нижнего оптимума. Несколько выше содержание азота в листьях растений, выращиваемых на субстрате с 35% добавкой костры льна: 5,03%. А на субстрате с 50% содержанием костры льна и на субстрате, состоящем на 100% из нее, листья выращиваемых растений томата содержали всего 3,13% и 2,06% азота, что оказалось несколько меньше нижней границы оптимума.

Поступление **фосфора** в растения зависит не только от его содержания в субстрате, но и от условий произрастания растений, в первую очередь температурных. При понижении температуры корнеобитаемой среды поступление фосфора в растения резко сокращается.

Так как в зимние месяцы в условиях теплиц не всегда удается поддерживать оптимальные температурные условия, особенно в корнеобитаемой среде и приземном слое воздуха, в листьях растений томата содержание фосфора не достигает верхнего оптимального предела. Однако при выращивании растений на субстратах с добавками костры льна через 18 дней после начала вегетации содержание фосфора в листьях растений находилось в пределах оптимума. К этому сроку наблюдения в листьях растений томата содержалось 0,50-0,72% фосфора (при оптимальном 0,50-1,00%). К следующему сроку наблюдения (24 дня) самое высокое содержание фосфора оказалось в листьях растений на субстратах с 35% содержанием добавки: 0,74%. Растения, выращиваемые на субстратах с 20 и 50% содержанием костры льна, содержали в листьях 0,63-0,50% этого элемента питания. У растений на субстрате из костры льна содержание фосфора оказалось наименьшим – 0,48%.

Через тридцать дней после начала вегетации самое высокое содержание фосфора в листьях томатов сохранилось у растений на субстратах с 35% добавкой костры льна – 0,68%, и на субстратах с 20% содержанием этой добавки – 0,55%.

Поступление **калия** в растения томата зависит от его содержания в субстрате и экологических условий произрастания растений. Интенсивность потребления калия растениями в первую очередь определяется условиями освещенности и температурным режимом. Для стабильного поступления этого элемента питания к органам растений недопустимы резкие перепады дневных и ночных температур и недостаточная освещенность.

При выращивании томата в зимних теплицах в продленной культуре, особенно при посадке в ранние сроки, поступление калия к органам растений лимитируется недостаточной освещенностью за счет небольшой продолжительности светового дня. Именно в этот период для характеристики развития растений одним из основных критериев является содержание калия в листьях.

Оптимальным считается содержание калия в листьях томатов 4,0-5,5%. В наших исследованиях на субстратах с добавками костры льна к первому сроку наблюдений содержание этого элемента в листьях томата оказалось на границе нижнего оптимума.

С увеличением длительности использования изучаемых субстратов без жидких подкормок (ко второму сроку наблюдений) содержание калия в листьях растений томата увеличилось во всех вариантах опыта. Причем у растений на субстратах с 20- и 35% содержанием лузги гречихи содержание калия оказалось наибольшим и составило 5,53-5,48%. Наименьшим оказалось содержание этого элемента минерального питания в листьях растений на субстрате из костры льна: 3,34%.

К третьему сроку наблюдений, за счет увеличения продолжительности дня, условия освещенности улучшились. Содержание калия в листьях растений,

вырашчываемых на изучаемых субстратах с добавками лузги гречихи, достигло верхнего предела оптимума, а в некоторых вариантах несколько превысило его и составило 5,64-5,97%. Но у растений на субстратах с высоким содержанием костры льна (50 и 100%) содержание калия снизилось до 3,62 и 2,21% соответственно.

К первому сроку наблюдений, судя по величинам коэффициентов отклонений от оптимума, содержание азота в листьях было идеальным; исключением явились растения на субстрате из костры льна (табл.3). Ко второму сроку наблюдений сохранилась такая же закономерность. К третьему сроку наблюдений у растений на субстратах, содержащих 50% добавки, коэффициент отклонений от оптимума снизился до 0,63, а у растений на субстратах из костры льна – до 0,41.

Таблица 3

**Коэффициенты отклонений от оптимума
содержания элементов
минерального питания в листьях томата**

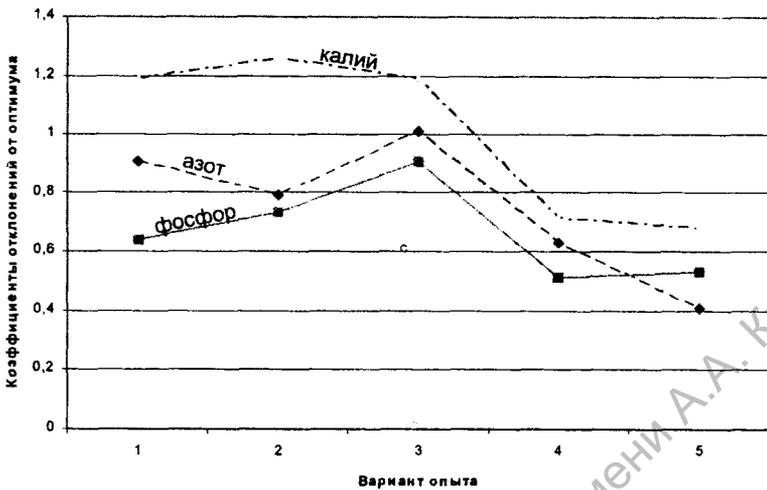
Вариант опыта	N			P			K		
	Сроки наблюдений								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	1,05	1,13	0,91	0,83	0,73	0,64	0,75	0,93	1,19
2	1,04	0,97	0,79	0,88	0,84	0,73	0,85	1,16	1,26
3	1,10	1,13	1,01	0,96	0,99	0,91	0,87	1,15	1,19
4	0,93	0,69	0,63	0,72	0,67	0,51	0,70	0,77	0,76
5	0,69	0,45	0,41	0,67	0,64	0,53	0,67	0,70	0,68

На протяжении всего периода наблюдений наиболее стабильным содержанием азота в листьях растений томата оказалось у растений, выращенных на субстратах с содержанием костры льна в количестве 35% от объема.

К первому сроку наблюдений отклонения от оптимума по содержанию **фосфора** в листьях растений на субстрате из костры льна оказались наибольшими (коэффициент отклонений составил 0,67). Ко второму и третьему срокам наблюдений для растений на торфяном субстрате и субстратах с 20 и 35% содержанием добавки, указанные коэффициенты были близки к оптимуму, а для растений на субстрате, содержащем 50% костры льна и на субстрате из нее, они оказались равными 0,67 и -0,64 соответственно.

Характеристика обеспеченности растений томата **калием** по величине коэффициентов отклонений от оптимума свидетельствует о том, что отклонения от оптимального содержания калия в листьях растений томата к первому сроку наблюдений оказались в допустимых пределах у растений на субстратах с содержанием костры льна не более 35%. Через 24 дня после начала вегетации коэффициенты отклонения от оптимума составляли 0,77-1,16%, то есть содержание калия в листьях растений было оптимальным. Исключением явились растения на субстрате из костры льна. Коэффициент отклонений от оптимума 0,70; а к третьему сроку наблюдений он составил 0,68.

Таким образом, через месяц после начала вегетации томата коэффициенты отклонений от оптимума на субстратах различного состава значительно различались (рисунок).



Кoeffициенты отклонений от оптимума
содержания элементов минерального питания в листьях томата
на субстратах различного состава через 30 дней после начала вегетации

К этому периоду коэффиценты отклонений, близкие к 1, оказались только у субстратов с 35% добавкой костры льна.

Таким образом, анализ результатов листовой диагностики позволил установить состав субстратов, обеспечивающих оптимальное питание растений томата без жидких подкормок в течение тридцатидневного периода после начала вегетации. Полноценное питание растений за счет минеральных удобрений, внесенных в основную заправку в сухом виде, достигается на торфяных субстратах с 35% добавкой костры льна.

На субстратах именно такого состава нами получена наибольшая урожайность томата в продленной культуре (табл. 4).

Таблица 4

Урожайность томатов в продленной культуре
(1998 – 2001гг.).

Вариант опыта	Урожайность, кг/м ²	Прибавка к контролю, %
1 (контроль)	29,54	
2	31,05	5,1
3	32,06	8,5
4	30,98	4,9
5	25,97	-12,1

$$HCP_{05} = 0,67$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Аутко А.А., Козловская И.П., Демидович Е.В. Возможности экономии элементов питания при выращивании томата в продленной культуре на органических субстратах

- с добавками костры льна // Международный аграрный журнал. – 2001. – № 8. – С. 17-19.
2. **Аутко А.А., Козловская И.П.** Оценка сроков подготовки органических субстратов для защищенного грунта по содержанию воднорастворимых форм азота // Международный аграрный журнал – 2001. – № 12. – С.21-23.
 3. **Аутко А.А., Козловская И.П.** Влияние добавок костры льна к торфяному питательному субстрату на расход элементов минерального питания при малообъемной культуре томата // Ахова раслін. – 2002. – № 8. – С.43-44.
 4. **Ермохин Ю.И.** Анализ листьев и применение удобрений в овощеводстве / Омский СХИ. – Омск, 1977. – 60 с.
 5. **Журбицкий З.И.** Физиологические и агрохимические основы применения удобрений. – М.: 1963. – 293 с.

SUMMARY

The development of tomato is studied under container cultivation in winter greenhouses, a part of fertilizers being put in a dry form and organic substrata with the buckwheat skin components being used. The substratum composition ensuring the most intensive growth and height yield is recommended.