

*На правах рукописи*

Нестеров Сергей Юрьевич

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ  
ПОДКИСЛИТЕЛЕЙ СРЕДЫ ПРИ МАЛООБЪЕМНОМ  
ВЫРАЩИВАНИИ ТОМАТА В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ**

Специальность 06.01.04 – агрохимия

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Москва 2009

Работа выполнена на кафедре агрохимии и земледелия в ФГОУ ВПО  
«Ивановская государственная сельскохозяйственная академия  
имени академика Д. К. Беляева»

Научный руководитель:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный  
деятель науки РФ, зав. кафедрой агрохимии и земледелия  
ФГОУ ВПО «Ивановская ГСХА имени академика  
Д. К. Беляева» **Ненайденко Георгий Николаевич**

Официальные оппоненты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
**Борисов Валерий Александрович**

доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
**Дерюгин Игорь Павлович**

Ведущая организация: Владимирский НИИСХ (г. Суздаль)

Защита состоится «06» апреля 2009 года в 14<sup>30</sup> на заседании  
диссертационного совета Д 220.043.02 при Российском государственном  
аграрном университете – МСХА имени К. А. Тимирязева.

Адрес: 127 550, Москва, ул. Тимирязевская, 49, тел./факс 976-24-92.  
Ученый совет РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке  
РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева

Автореферат разослан «25» февраля 2009 г.  
и размещен на сайте университета – [www.timacad.ru](http://www.timacad.ru)

Ученый секретарь  
диссертационного совета \_\_\_\_\_ В. В. Говорина

## **Общая характеристика работы**

**Актуальность темы.** Интенсификация тепличного овощеводства в первую очередь характеризуется научно обоснованным подходом к питанию растений, полной заменой органических подкормок минеральными, многолетним использованием тепличных субстратов, применением безбалластных высококонцентрированных удобрений и др.

Наряду с другими факторами жизни, важнейшим условием повышения урожайности овощных культур является оптимизация системы питания. Данные научно-исследовательских учреждений и производства убедительно показывают, что более 50 % увеличения урожая может быть получено за счет удобрений, а в защищенном грунте без них получить овощи не представляется возможным.

В интенсивном овощеводстве защищенного грунта важным регулируемым фактором является оптимизация реакции корнеобитаемой среды и питательных растворов.

Томат – культура достаточно влаголюбивая, транспирационный коэффициент составляет 820, поэтому при выращивании расходуют достаточно большие объемы питательного раствора. К тому же эта культура кислой реакции среды: ее оптимум в период роста и плодоношения равен 5,5-6,0 рН. У большинства тепличных хозяйств России источником поливочной воды являются открытые водоемы, где вода содержит бикарбонаты и имеет нейтральную или слабощелочную реакцию среды (рН=7,0-7,5). Использование такой воды, без нормализации ее реакции и нейтрализации бикарбонатов в течение вегетации, приводит к засорению системы капельного полива по причине отложения карбонатов на капиллярах оросителей.

Постоянный контроль содержания бикарбонатов предусматривает нейтрализацию их введением в питательный раствор минеральных кислот (чаще 72 % ортофосфорной или 56 % азотной), при этом система питания растений строится либо с использованием в качестве минеральных удобрений простых солей, либо комплексных минеральных удобрений. В той и в другой системе самым дорогостоящим элементом является – фосфор и в этом плане использование *нового жидкофазного удобрения-подкислителя среды NP-Са* выглядит весьма интересным, а поддержание реакции питательного раствора в оптимуме является одной из главных задач при малообъемном выращивании в защищенном грунте, определяющей урожайность томата.

**Цели и задачи исследований.** Целью исследований является изучить возможность применения нового удобрения-подкислителя среды NP-Са для оптимизации реакции среды и питания при малообъемном способе

выращивания томата в защищенном грунте взамен общепринятого подкислителя – ортофосфорной кислоты.

Для достижения цели решались следующие задачи:

- сравнить динамику изменения значения рН по мере разбавления NP-Са и других минеральных кислот – возможных подкислителей среды в промышленном овощеводстве;
- выявить изменения агрохимического состава питательного раствора в субстрате;
- проследить динамику изменения биометрических показателей томата;
- выявить влияние подкислителей питательного раствора на урожайность;
- изучить изменение качественных характеристик плодов томата (товарного вида, средней массы, содержания сухого вещества, аскорбиновой кислоты, общей кислотности, сахаров, нитратов);
- исследовать изменение химического состава растений томата (содержание главных элементов питания в листьях и плодах);
- дать оценку изменения эффективности использования элементов питания растениями (вынос единицей продукции).

В процессе исследования была также изучена экономическая эффективность применения подкислителя среды NP-Са.

**Научная новизна.** Технологии выращивания на самом удобном и легко утилизируемом для тепличных предприятий Центра России субстрате – *плите из прессованного верхового торфа*, исследованы недостаточно. Экспериментально не определены такие важные для науки и производства вопросы, как:

- 1) пищевой режим растений при использовании различных минеральных подкислителей питательного раствора;
- 2) динамика химического состава растений и изменения биометрических показателей их на примерах линейных приростов стебля и его диаметра;
- 3) формирование и сохранность органов плодоношения;
- 4) отдача урожайности (по кистям);
- 5) масса плодов, их качественные признаки (содержание сахаров, аскорбиновой кислоты, общей кислотности, содержания нитратов) и химический состав при различных сборах;
- 6) расход элементов питания при малообъемном выращивании томата в защищенном грунте;
- 7) вынос элементов питания с урожаем, в расчете на 1 т плодов томата;
- 8) экономическая эффективность применения различных подкислителей.

Данных о влиянии жидкофазного комплексного удобрения-подкислителя среды NP-Са на реакцию среды (в динамике) нет. Таким образом, важность оптимизации среды в интенсивном овощеводстве требует исследования.

**Практическая значимость работы** заключается в конкретных рекомендациях по использованию нового удобрения-подкислителя среды NP-Са при малообъемном выращивании томата на торфяном субстрате. Изложены критерии, по которым непосредственно на производстве можно ориентироваться при оптимизации системы питания индетерминантных гибридов томата в защищенном грунте. Предложена испытанная и рассчитанная концентрация смеси подкислителей –  $\text{HNO}_3$  и NP-Са.

**Апробация работы.** Материалы разработок были доложены на Ученом совете агротехнологического факультета и на научных и научно-практических конференциях в ФГОУ ВПО «Ивановская ГСХА имени академика Д. К. Беляева» (Иваново, 2003-2008 гг.), в «Школе молодых ученых» при Владимирском НИИСХ (Суздаль, 2008 г.), на семинарах и совещаниях специалистов тепличного овощеводства (2004-2007 гг.), а также на заседаниях научного кружка кафедры агрохимии и земледелия ИГСХА, и ежегодных производственных совещаниях агрономов-бригадиров ФГУП «Совхоз «Тепличный»».

**Реализация результатов исследования.** Результаты исследований прошли производственную проверку в теплицах ФГУП «Совхоз «Тепличный» (г. Иваново) на площади 20 га, на что получен акт внедрения. Кроме того, результаты НИР используются в учебном процессе при чтении курсов агрохимии и овощеводства защищенного грунта в Ивановской ГСХА.

**Объем работы.** Диссертация изложена на 174 страницах компьютерного текста. Состоит из введения, 14 глав, выводов и предложений производству, содержит 27 таблиц, 20 рисунков, 26 приложений. Список литературы включает 104 наименования, в том числе 5 на иностранном языке.

Положения, выносимые на защиту:

- агрохимический контроль за питанием растений томата малообъемного способа выращивания;
- влияние NP-Са на формирование и сохранность органов плодоношения;
- контроль за изменением качества плодов в динамике по кистям;
- общий и относительный расход элементов питания на единицу основной продукции;
- экономическая эффективность использования подкислителя NP-Са в защищенном грунте.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 20 научных статей, 2 из которых в журналах, реферируемых ВАК РФ.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Условия и методика проведения исследований

Наши исследования и наблюдения проведены в 2002-2006 гг. на производственных посадках ФГУП «Совхоз «Тепличный» Ивановской области, используя в качестве субстрата маты из *торфяных плит* «Экоторф».

Растения высаживали в фазе начала цветения первой кисти (возраст растений от посева 55 – 60 дней) и хорошо развитой корневой системой на предварительно напитанный питательным раствором субстрат в первой декаде февраля из расчета 4 растения на торфомат, таким образом, плотность посадки растений томата составила 2,5 растения/м<sup>2</sup>. Каждый вариант был расположен в одной теплице с шестикратной повторностью и занимал площадь 0,5 га. Питательные растворы подавали через систему капельного полива. При этом в обоих вариантах обеспечивали подачу равных по концентрации, показателю кислотности и соотношению элементов питания питательных растворов.

Схема опыта:

- контрольный вариант – в качестве подкислителя использовали 72 %-ную ортофосфорную кислоту (содержание P – 25 %);
- испытуемый вариант – в качестве подкислителя использовался новый агрохимикат NP-Ca (согласно ТУ 2186-010-02068189-2001: азота в пересчете на NO<sub>3</sub><sup>-</sup> – не менее 6,0 %; фосфора в пересчете на P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – не менее 9,0 %, кальция в пересчете на CaO – не менее 10,0 %).

Действие нового агрохимиката сопоставляли с контролем – подкислителем среды 72 %-ной ортофосфорной кислотой и балансированием режима питания растений внесением удобрений: «Акварин – 1», «Кемира – Комби», «Кристаллон», калийной и кальциевой селитрами, сульфатами магния и калия, хелатами микроэлементов. Испытуемый вариант балансировали названными удобрениями с сохранением количества и соотношения элементов питания, при этом учитывали химический состав NP-Ca. Технология выращивания была сходной. Питательные вещества в виде питательных растворов подавали отдельно по вариантам через систему капельного полива посредством отдельных крановых групп (клапаны полива).

Поступление воды и питательных веществ происходило под контролем компьютера, при этом использовали растворный узел «Воком» производительностью 30 м<sup>3</sup>/ч поливочного раствора. Введение NP-Ca в поливочный раствор осуществляли из кислотного бака «С», других элементов питания через первый комплект баков (А<sub>1</sub> и В<sub>1</sub>), а контроль – из второго комплекта баков (А<sub>2</sub> и В<sub>2</sub>) согласно заданным рецептам. При этом рассчитанное

количество ортофосфорной кислоты, необходимое для нейтрализации бикарбонатов, добавляли в маточный бак В<sub>2</sub>.

Для определения биометрических показателей и урожайности были выделены контрольные делянки в четырехкратной повторности по обоим вариантам по десять постоянных растений в каждой. Растения обоих вариантов находились в равных условиях освещенности, им был создан единый температурно-влажностный режим и технология ухода за растениями.

**На этих растениях** проводились измерения:

- 1) еженедельного прироста основного стебля в длину – линейкой;
- 2) диаметра стебля под верхней цветущей кистью – штангель-циркулем;
- 3) подсчитывали количество бутонов, цветков и завязей в формирующихся кистях;
- 4) определяли среднюю массу плодов томата путем отдельной их уборки с каждой кисти, их подсчета и взвешивания. Такие учеты проводились, начиная с 15<sup>й</sup> по 35<sup>ю</sup> недели года;
- 5) еженедельно контролировали содержание элементов питания и кислотность почвенного раствора путем анализа контрольных образцов;
- 6) анализировали плоды по показателям: количество нитратов, сухого вещества, аскорбиновой кислоты, общей кислотности, сахаров, солей тяжелых металлов;
- 7) определяли содержание сухого вещества в листьях, сформировавшихся под цветущей кистью, а также анализ содержания в сухом веществе листьев и плодов основных элементов питания.

Контрольный образец субстрата составляли из одиннадцати точечных проб (одна проба примерно 90 мл). Из точечных проб формировали один контрольный образец объемом около одного литра. Контрольные маты были постоянны (они были отмечены), и располагались по следующей схеме: секции 1, 3, 5, 7, 9, 11 (справа от входа в теплицу – на контрольном варианте и слева от входа в теплицу – на испытуемом варианте). В каждой из перечисленных секций контрольные маты располагаются в середине правого ряда матов во втором (от входа в теплицу) регистре. Анализировали отобранные образцы субстрата в агрохимической лаборатории ФГУП «Совхоз «Тепличный» путем анализов водной вытяжки из субстрата, полученной объемным методом 1:2 (75 мл субстрата заливают 150 мл дистиллированной воды, выдерживают, фильтруют, проводят анализ полученной вытяжки). Водную вытяжку из субстрата, а так же питательные растворы, подаваемые растениям, анализировали по следующим показателям:

- 1) общая концентрация солей – по электропроводности кондуктометром, мСм/см<sup>2</sup>;

- 2) реакция среды – потенциметрически (рН-метрия);
- 3) азот в нитратной форме – ионоселективным, мг/л;
- 4) азот в аммиачной форме – фотоколориметрическим методом, мг/л;
- 5) фосфор – фотоколориметрический с аскорбиновой кислотой, мг/л;
- 6) калий – ионоселективный метод, мг/л;
- 7) магний – фотоколориметрический с реактивом «Бриллиантовый желтый», мг/л;
- 8) кальций – трилонометрический, мг/л;
- 9) бикарбонаты – титрование серной кислотой, мг/л.

Определение в плодах нитратов, сухого вещества, аскорбиновой кислоты, общей кислотности, сахаров проводилось анализом средней пробы плодов томата массой 2 кг по каждому варианту в фазу бланжевой спелости. Содержание нитратов в плодах определяли ионометрическим методом по ГОСТ 13496.19–96, аскорбиновой кислоты – по методу Мурри, сахаров – по методу Бертрана, общей кислотности в пересчете на яблочную кислоту – методом титрования.

Содержание общего азота в сухом веществе плодов и листьев определяли по ГОСТ 13496.4-94, золу – по ГОСТ 13496.2-91, фосфор – по ГОСТ 26657-85, калий и магний по ГОСТ – 26201-01. Концентрацию в золе солей тяжелых металлов определяли на рентгенофлуоресцентном анализаторе «Spectrosan».

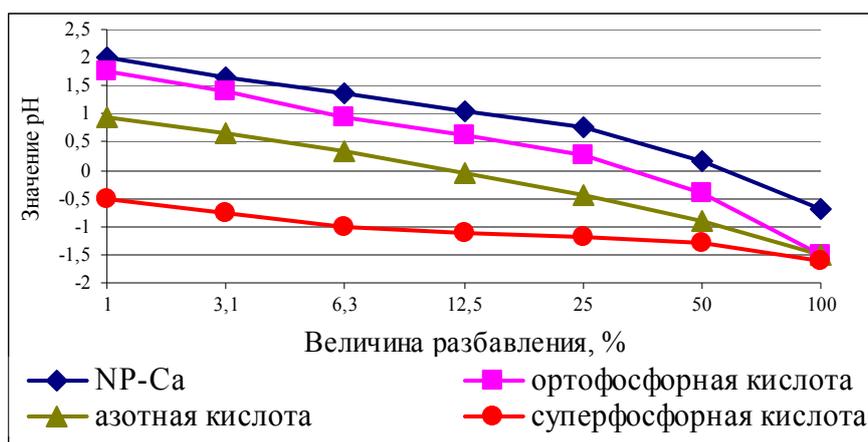
## **РЕУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **Изменение реакции среды при разбавлении подкислителей**

С учетом фактического качества используемой в ФГУП «Совхоз «Тепличный» воды, ее реакцию в растворных узлах системы капельного полива нормализуют до оптимума 5,5 единиц рН введением в поливочные растворы определенного количества минеральных кислот. Как отмечают, чаще для этого применяют азотную и ортофосфорную кислоты, отдавая предпочтение последней в виде 8 %-го раствора в кислотном баке маточных растворов.

Так как NP-Са ранее не использовали, при выборе необходимой рабочей концентрации нами экспериментально рассмотрено его поведение в сравнении с общепринятыми подкислителями в процессе разбавления (рис. 1).

В области высоких концентраций кислот наблюдается криволинейная зависимость значений рН от концентрации, определяемая ассоциативно-диссоциативным механизмом процесса:  $H^+ + OH^- \leftrightarrow H_2O$ , что свидетельствует о несоответствии активности водородных ионов их концентрации. В этой области свободная вода практически отсутствует. По мере разбавления водой зависимость эта линейаризуется и при соотношении 1/32 – 1/100 очень мало отличается как для  $H_3PO_4$ , так и для NP-Са.



**Рис. 1. Изменение значений pH в зависимости от разбавления растворов**

Таким образом, новое удобрение-подкислитель обеспечивает сходный с ортофосфорной кислотой подкисляющий эффект, что позволяет использовать его в теплицах при малообъемном выращивании томата.

### **Динамика состава пищевого режима**

В ходе исследований при выращивании в торфяных матах «Экторф» еженедельно осуществляли контроль агрохимического состава торфяного субстрата путем анализа водной вытяжки, полученной объемным методом 1:2.

Установлено, что в период плодоношения общая концентрация ионов солей (ЕС) в обоих вариантах торфяного субстрата были близки к оптимальным значениям, а реакция среды была порядка 6,0 рН. Реакция среды питательного раствора субстрата в отдельные годы испытаний была ближе к норме по фону NP-Ca (табл. 1).

Отметим, что во все годы опытов практически во все сроки определения выявлены избыточные (выше оптимума) концентрации отдельных элементов питания в торфяном субстрате (водная вытяжка 1:2), особенно превышение оптимального значения было по азоту и фосфору. Концентрации в поливочном растворе кальция и магния варьировали также в широком интервале: от 90 до 180 мг/л Mg (норма 50 – 75) и от 104 до 896 мг/л Ca (норма 281 – 400). Такие изменения содержания элементов питания объяснимы определенной сложностью поддержания их концентрации в оптимальных пределах из-за ограниченного объема субстрата, а так же следует учитывать избирательное потребление элементов питания растением по периодам развития и в зависимости от интенсивности отдачи урожая.

В годы испытаний отмечена большая сбалансированность состава субстрата по питательным элементам (их соотношение так же важно) в варианте с использованием нового подкислителя – NP-Ca, что, на наш взгляд, является важным условием доступности элементов для растения и его

способности потреблять отдельные питательные элементы в необходимых количествах с меньшей затратой энергии.

**Таблица 1. Агрохимическая характеристика торфяного субстрата в вариантах опыта (2002 – 2006 гг.)**

Неделя года	Дата определения	Контроль								Препарат NP-Ca							
		рН	ЕС	мг/л						рН	ЕС	мг/л					
				N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	P	K	Mg	Ca			N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	P	K	Mg	Ca
2002 г.																	
10-я	6.03	5,8	0,9	20	214	12,5	105	77	416	5,7	1,3	24	309	22,8	144	100	408
16-я	15.04	5,8	1,5	15	245	28,0	138	140	936	5,7	1,7	8	269	56,0	245	167	896
20-я	15.05	5,8	1,5	8	224	34,0	65	145	672	6,2	1,8	4	282	27,2	138	130	768
22-я	29.05	5,9	1,3	8	234	30,4	100	160	536	6,1	1,6	8	240	19,4	79	230	760
26-я	24.06	5,8	1,5	4	263	48,0	229	140	816	5,9	2,5	7	562	42,7	309	160	1380
29-я	15.07	6,3	1,1	следы	107	20,9	174	124	504	6,1	1,5	4	155	32,0	234	80	576
33-я	12.08	6,0	1,5	4	170	42,7	214	138	592	6,2	1,4	8	178	40,0	251	129	504
37-я	9.09	6,0	1,5	следы	245	36,0	282	100	624	6,0	1,7	следы	257	42,0	282	120	1390
HCP <sub>05</sub>		0,2	0,3	3,5	82	10,7	35	29	259								
2003 г.																	
11-я	11.03	6,3	1,3	12	370	8,8	265	103	263	6,5	1,3	10	372	21,4	339	98	219
19-я	7.05	6,4	1,2	8	152	25,2	252	103	143	6,6	1,3	7	153	29,5	288	90	143
27-я	30.06	6,6	1,5	4	138	68,0	263	110	112	6,5	1,4	4	148	76,0	309	120	176
28-я	9.07	6,3	2,1	следы	166	52,0	317	137	230	6,4	1,9	следы	176	72,0	351	108	161
33-я	13.08	6,4	1,6	8	154	47,8	177	154	235	6,6	1,6	следы	190	61,0	194	127	208
38-я	15.09	6,0	1,6	следы	209	86,5	216	137	174	6,2	1,8	следы	210	92,0	340	130	176
43-я	20.10	5,8	2,0	следы	376	83,0	283	134	386	6,4	1,6	следы	332,3	84,0	302	121	188
HCP <sub>05</sub>		0,2	0,2	2,7	22	6,0	35	12	76								
2004 г.																	
10-я	3.03	6,6	0,9	16	190	12,5	219	59	240	6,5	1,0	17	219	15,0	245	60	240
11-я	10.03	6,5	1,1	5	174	11,8	295	97	248	6,4	1,1	следы	174	12,9	263	97	248
17-я	19.04	6,4	1,7	4	309	30,4	347	140	280	6,5	1,6	5	275	25,6	269	140	320
20-я	12.05	6,7	1,6	15	282	36,3	537	161	320	6,9	1,4	11	246	26,5	490	120	280
23-я	31.05	6,7	2,7	следы	331	29,3	589	167	416	6,7	2,2	следы	295	29,3	389	180	368
26-я	21.06	6,5	1,5	9	257	52,0	309	117	240	6,5	1,6	8	295	48,0	347	180	152
29-я	12.07	6,1	2,7	5	407	8,8	490	157	800	5,8	3,1	8	549	10	617	147	800
34-я	18.08	6,1	2,5	следы	427	17,1	309	187	760	6,0	2,6	4	398	7,0	355	173	760
38-я	15.09	6,7	1,29	8	251	42,7	138	112	312	6,9	1,2	14	224	42,7	123	108	288
44-я	25.10	6,9	1,37	следы	251	32,0	95	120	392	6,7	1,4	следы	229	27,5	89	140	352
HCP <sub>05</sub>		0,1	0,17	2,4	40	3,2	62	19	26								

продолжение таблицы 1

Неделя года	Дата определения	Контроль								Препарат NP-Ca							
		pH	ЕС*	мг/л						pH	ЕС	мг/л					
				N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	P	K	Mg	Ca			N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	P	K	Mg	Ca
2005 г.																	
12-я	14.03	6,4	0,9	следы	182	24,0	219	240	104	6,3	1,0	5	191	25,3	275	107	104
16-я	11.04	6,2	1,2	4	195	32,0	155	140	136	6,2	1,3	8	229	36,0	195	113	136
19-я	4.05	6,5	1,4	4	257	48,0	245	117	152	6,4	1,4	4	229	52,0	245	111	152
22-я	23.05	6,5	1,1	4	120	42,7	214	78	160	6,6	1,4	4	182	34,0	174	120	272
26-я	22.06	6,5	1,2	4	263	36,8	138	88	200	6,5	1,3	8	98	38,4	174	98	320
30-я	18.07	6,4	1,6	7	178	56	123	80	336	6,4	1,7	8	224	64,0	219	100	320
32-я	3.08	6,0	2,0	5	282	52,0	195	123	400	6,0	1,6	5	234	45,3	129	133	336
38-я	14.09	5,6	1,3	следы	209	36,0	234	76	216	5,7	1,4	следы	170	46,0	275	60	152
43-я	19.10	6,1	1,5	4	339	36,0	195	133	376	6,0	1,7	следы	282	50,7	269	120	376
НСР <sub>05</sub>		0,1	0,1	2,2	60	5,8	40	38	51								
2006 г.																	
12-я	13.03	6,5	1,1	следы	174	20,4	87	89	128	5,9	1,4	следы	282	50,7	138	115	176
13-я	22.03	6,4	1,2	11	224	21,3	78	92	176	6,0	1,6	8	309	42,7	166	180	224
14-я	29.03	6,3	1,0	8	200	38	245	77	160	5,9	1,4	6	229	64	282	150	160
16-я	12.04	6,4	1,5	следы	417	16,6	83	130	312	6,0	1,5	следы	398	42,7	257	105	240
19-я	2.05	6,1	1,6	5	355	50	174	153	256	5,7	1,6	5	324	54	240	116	200
20-я	10.05	6,4	1,2	следы	141	48	219	88	128	6,1	1,3	следы	151	48	275	96	160
22-я	24.05	6,7	1,4	8	219	26,7	155	120	280	6,5	1,8	7	214	50,7	347	110	160
26-я	21.06	6,7	1,1	следы	138	28	195	62	136	6,3	1,5	следы	191	50,7	282	60	112
30-я	17.07	6,7	1,2	8	182	25,6	138	65	152	6,6	1,5	5	240	32,0	214	62	190
33-я	9.08	6,4	1,5	8	240	50,7	138	83	160	5,6	1,5	7	251	48	174	93	160
37-я	6.09	6,1	3,2	15	525	48	245	124	720	5,9	2,6	5	347	56	257	100	400
42-я	9.10	6,2	1,8	следы	331	60	275	133	288	6,3	1,7	6	331	40	295	93	288
НСР <sub>05</sub>		0,2	0,2	2,3	46	9,7	36	26	66								

В опытах при прочих сходных условиях общепринятый подкислитель среды – ортофосфорная кислота и новый подкислитель сказались на химическом составе верхних листьев. Было выявлено повышенное содержание

\* ЕС – электропроводность (мСм/см<sup>2</sup>), определяет главным образом концентрацию ионов водорастворимых солей, на нее не влияет наличие недиссоциируемых соединений (солей).

азота в листьях. Например, в фазу цветения 17 и 21 кистей в листьях были следующие отношения элементов питания (табл.2).

Полученные данные подтверждают факт определенного азотного перекоорма растений при недосбалансированном калийном питании в обоих вариантах опыта, так как нарушено оптимальное соотношение элементов в составе листьев, хотя тенденция преобладания калия над азотом сохранена. Содержание фосфора было близким к оптимальному значению. По вариантам в периоды наблюдений обнаружено некоторые отклонения от оптимального соотношения элементов в фазу цветения 17 кисти на фоне применения испытуемого подкислителя, а в фазу цветения 21 кисти различия были незначительны.

**Таблица 2. Соотношение главных элементов питания в листьях томата в динамике в зависимости от подкислителя, % (в среднем за 2002-2005 гг.)<sup>1</sup>**

Вариант	N	P	K
<b>17 кисть</b>			
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	58,3	4,3	37,3
NP-Ca	59,5	4,8	35,7
<b>21 кисть</b>			
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	59,1	4,7	36,2
NP-Ca	59,4	4,5	36,1
Оптимум по Т. В. Богомоловой	<b>53,8</b>	<b>4,2</b>	<b>42,0</b>

### **Сравнительное действие NP-Ca на рост и развитие томата**

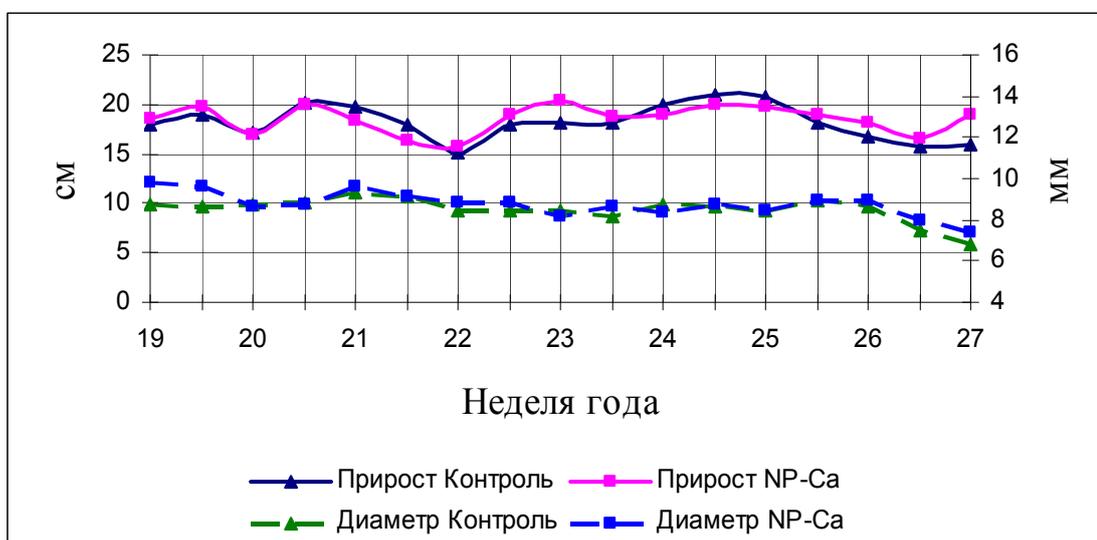
При оптимальных условиях произрастания и нормальном режиме питания диаметр стебля томата под цветущей кистью должен быть около 10 мм, а еженедельный прирост главного стебля – до 23 см. Большой диаметр – признак излишнего развития вегетативной массы в ущерб развитию плодов. При значительно меньшем диаметре стеблей необходимо, наряду с учетом других факторов, улучшать азотно-калийное питание в сторону увеличения доли азота, снижать общую концентрацию элементов питания в субстрате.

За период с 25 по 35 недели года изучаемое удобрение-подкислитель в большей мере стимулировало прирост стебля, чем контроль. В опытах **еженедельные приросты** основного побега растений на 23, 24, 30, 31 неделях на контроле несколько уступали новому удобрению – подкислителю. В

<sup>1</sup> Соотношение элементов питания определено в виде процентной доли каждого по методу Г. Логатю и Л. Мома.

последующем определенной закономерности по этому показателю не выявлено (рис. 2). В среднем за 2002 – 2006 году за период вегетации приросты стебля на контрольном варианте составляли 18,2 см, а в варианте с NP-Ca – 18,6 см (статистически достоверных различий нет).

**Диаметр основного стебля** на контроле в период на 25, 26, 28, 33 – 35 неделях года был на 0,3 – 0,5 мм меньше, чем по фону NP-Ca. На 27 неделе – наоборот, превышал испытуемый агрохимикат на 0,3 мм. В последующем различия по вариантам были незначительны (рис. 2). Средний диаметр стебля в 2002 – 2006 гг. в контроле (с 19 по 35-ю недели года) составил 8,5 мм, а на испытуемом варианте – 8,7 мм ( $НСР_{05} = 0,2$  мм). Можно считать, что по фону NP-Ca, как и на контрольном варианте, различия по диаметру стебля были в пределе статистической ошибки опыта.



**Рис. 2. Динамика биометрических показателей (среднее за 2002 – 2006 гг.)**

**Формирование репродуктивных органов.** Учеты показали, что в течение вегетации постепенно уменьшалось количество бутонов. Число плодов, сформировавшихся из бутонов на кистях, было несколько меньше. Но, как правило, почти из всех образовались завязи (табл. 3).

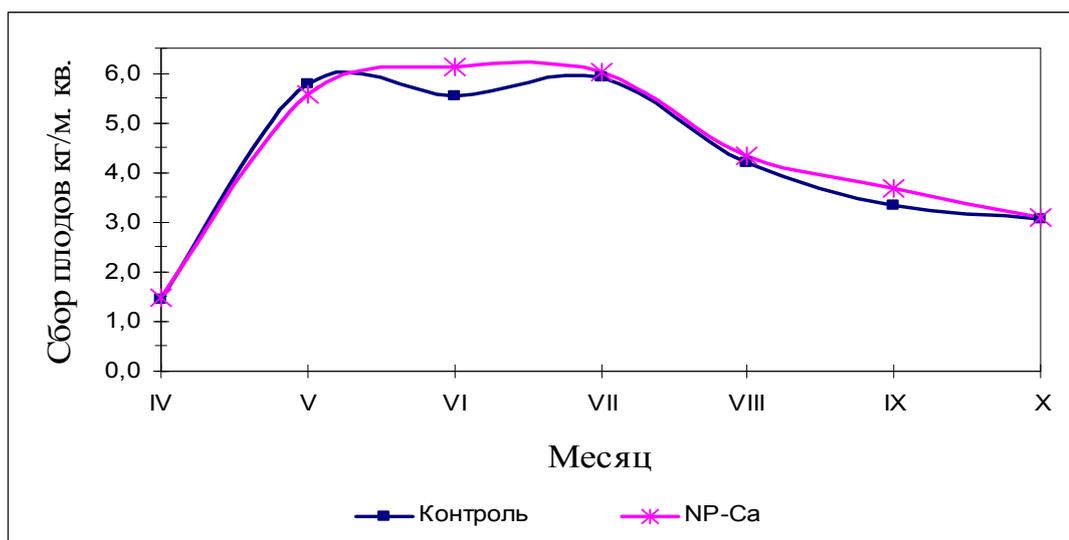
Определенной закономерности в различиях по формированию бутонов по вариантам нет. Эти значения были близкими. Завязей же образовалось на 3,5 больше и их больше на более поздних 11-, 19-, 20-, 22-, 23-, 24-, 25- и 27-й кистях на испытуемом варианте. Различия по указанным кистям статистически достоверны, так как больше  $НСР_{05} = 0,2$ .

**Динамика отдачи урожая культурой томата при использовании различных подкислителей.** В годы опытов в июне и июле по отдаче урожая опытный вариант значительно превосходил контроль (рис. 3).

**Таблица 3. Динамика формирования завязей и полноценных плодов в кисти (среднее за 2002 – 2006 гг.), штук/кисть**

Кисть	Бутоны		Завязи	
	Контроль	NP-Са	Контроль	NP-Са
11-я	5,5	5,7	5,0	5,4
12-я	5,8	5,4	5,1	5,3
13-я	5,5	5,4	5,2	5,1
14-я	5,8	5,7	5,3	5,0
15-я	5,6	5,4	4,9	4,9
16-я	5,6	5,6	4,8	4,9
17-я	5,3	5,6	4,6	4,8
18-я	5,5	5,6	4,5	4,4
19-я	5,3	5,4	4,5	4,8
20-я	5,2	5,2	4,3	4,7
21-я	5,3	5,6	4,6	4,5
22-я	5,3	5,4	3,8	4,7
23-я	5,1	5,1	3,9	4,5
24-я	4,8	5,0	3,7	3,9
25-я	4,9	5,2	3,4	3,9
26-я	4,5	4,5	3,7	3,5
27-я	4,4	4,3	3,6	4,1
Всего	89,2	89,8	74,9	78,4
НСР <sub>05</sub>	0,1		0,2	

В среднем за 5 лет новое удобрение-подкислитель за счет создания более близкой к оптимальной реакции среды и, следовательно, более сбалансированного питания растений, позволило получить на 1,3 кг/м<sup>2</sup> больше плодов, чем общепринятый подкислитель (рис. 3). Данное преимущество NP-Са подтверждается статистическими расчетами – разница по вариантам больше НСР<sub>05</sub> = 0,43 кг/м<sup>2</sup>.



**Рис. 3. Динамика отдачи урожая по месяцам (среднее за 2002 – 2006 гг.)**

Таким образом, применение NP-Ca не ухудшало фитосанитарную обстановку в посадках томата, не вело к снижению иммунитета растений, к поражению их заболеваниями, обеспечивало большую стабильность отдачи урожая в течение всего периода вегетации.

**Качественные показатели плодов томата.** Наряду с величиной урожайности большое значение имеет качество овощной продукции, которое оценивалось по следующим показателям (табл. 4).

В опытах 2002 – 2006 гг. средняя масса плодов на контроле составляла 105,6 г. Удобрение-подкислитель NP-Ca позволил получить более крупные плоды – 108,5 г или на 2,9 г больше. Средняя масса плодов томата за годы испытаний была больше в варианте с использованием NP-Ca, лишь в 2003 и 2006 гг. по средней массе плоды с контрольного варианта превосходили плоды с испытываемого варианта. Во все годы опытов новое удобрение-подкислитель обеспечивало более высокую урожайность плодов по сравнению с ортофосфорной кислотой.

Плоды на контроле и опытном варианте соответствовали стандартным требованиям на овощную продукцию (ГОСТ Р 51510-2001).

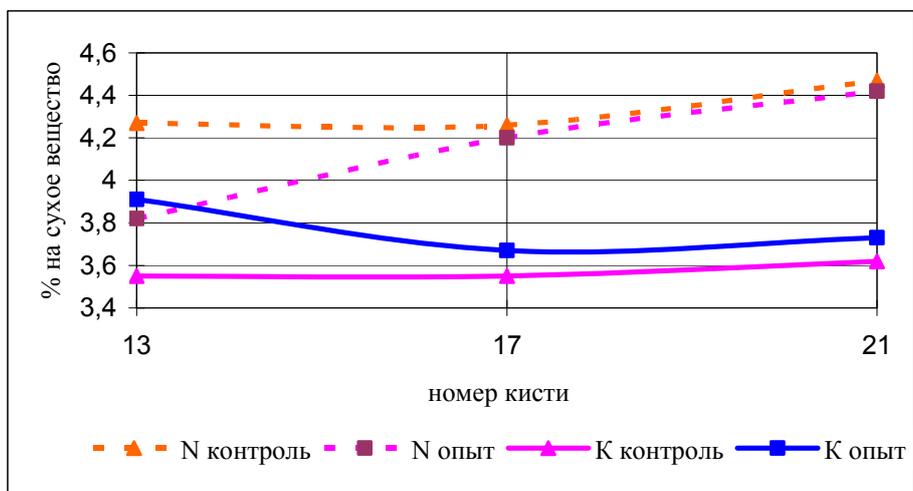
По годам исследований, содержание сухих веществ, аскорбиновой кислоты, как и кислотность плодов, имели тенденцию к повышению при использовании NP-Ca. Концентрация нитратов в плодах была много ниже ПДК (120 мг/кг), а по вариантам близкой.

**Таблица 4. Урожайность и качество плодов томата в зависимости от подкислителя**

Вариант	Урожайность плодов, кг/м <sup>2</sup>	Средняя масса плода, г	Сухое вещество, %	Аскорбиновая кислота, мг%	Кислотность	Сахар	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/кг
					%		
2002 г.							
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	26,8	99,5	6,2	12,4	0,66	-	44
NP-Ca	28,5	106,1	6,8	12,6	0,69	-	78
HCP <sub>05</sub>	0,5						
2003 г.							
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	28,8	110,0	5,3	20,2	0,44	0,82	82
NP-Ca	29,3	101,8	5,7	20,4	0,43	0,83	73
HCP <sub>05</sub>	0,5						
2004 г.							
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	24,7	100,9	5,4	13,9	0,22	1,10	82
NP-Ca	27,4	111,5	4,7	12,6	0,28	1,12	74
HCP <sub>05</sub>	0,4						
2005 г.							
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	36,1	108,4	5,2	10,5	0,29	1,50	59
NP-Ca	36,8	115,1	5,3	12,3	0,42	1,58	70
HCP <sub>05</sub>	0,6						
2006 г.							
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	33,6	109,1	5,7	11,8	0,38	1,62	32
NP-Ca	34,6	108,3	5,4	13,6	0,37	1,49	36
HCP <sub>05</sub>	0,2						
Среднее за 2002 – 2006 гг.							
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	30,0	105,6	5,4	13,8	0,40	1,26	60
NP-Ca	31,3	108,5	5,6	14,2	0,44	1,26	65

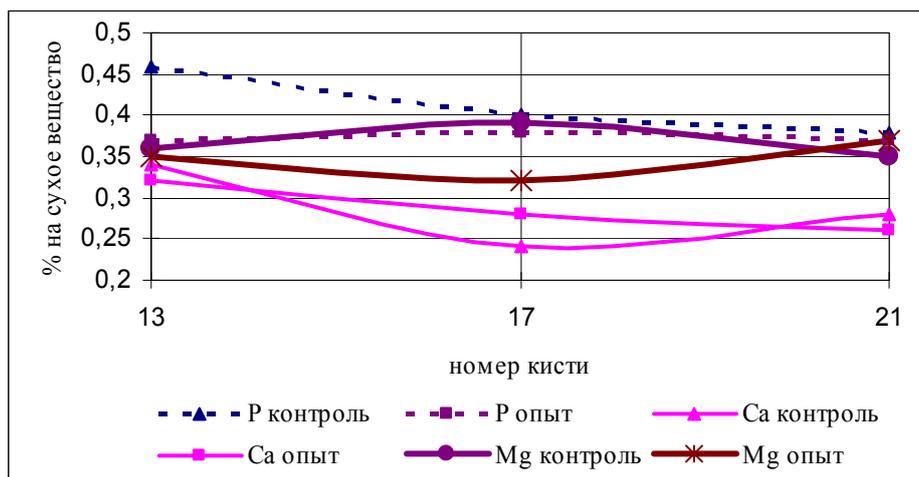
**Химический состав плодов, содержание солей тяжелых металлов.** Как известно, химический состав плодов зависит от условий питания растений. Поэтому избыток или недостаток какого-либо элемента питания в субстрате отражаются не только на химическом составе растения, но и на химическом составе плодов. Анализ данных показывает, что в среднем по сборам содержание азота, фосфора, кальция и магния по вариантам опыта были близкими (табл. 5). По фону агрохимиката, по – видимому, усиливающему в большей мере ростовые процессы, концентрация азота оказалась заметно меньше, а калия – заметно больше. Плоды различных сборов различались по содержанию не только азотистых веществ, но и зольных соединений.

В динамике содержания калия и азота наблюдается обратная зависимость, при снижении содержания калия в плодах увеличивается содержание азота. Эта тенденция выявлена и для плодов опытного варианта (рис. 4).



**Рис. 4. Изменение содержания азота и калия в плодах в зависимости от подкислителя**

На контрольном варианте содержание фосфора, кальция и магния было несколько меньше в урожае более поздних сборов, а на фоне применения NP-Са отмечена обратная зависимость – содержание фосфора стабильно по срокам определения и в более поздних сборах наблюдали повышение содержания кальция и магния (рис. 5).



**Рис. 5. Изменение содержания фосфора и кальция в плодах в зависимости от подкислителя**

**Таблица 5. Влияние подкислителей среды на содержание в плодах общего азота, золы и зольных элементов при естественной влажности, 2006 год**

Подкислитель	N <sub>общ</sub>	Зола	P	K	Ca	Mg	Pb	Zn	Ni	Co	Fe	Mn	Cr
	г/кг						мг/кг						
12 кисть													
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	2,2	7,3	0,7	1,7	0,2	0,9	0,25	0,94	0,03	0	44,7	2,61	0,06
NP-Ca	2,1	6,6	0,6	1,7	0,2	0,8	0,15	1,00	0,03	0	26,6	2,18	0,12
13 кисть													
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	2,1	6,1	0,5	1,6	0,2	0,8	0,27	0,71	0,01	0	25,0	1,77	0,10
NP-Ca	2,0	5,4	0,6	1,6	0,2	0,8	0,28	0,72	0,03	0	23,5	1,59	0,08
17 кисть													
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	1,8	4,4	0,6	1,6	0,04	0,3	0,24	0,49	0,01	0	18,4	1,23	0,05
NP-Ca	1,7	4,5	0,6	1,5	0,04	0,3	0,26	0,52	0,02	0,01	16,2	0,89	0,07
19 кисть													
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	2,0	4,6	0,6	1,6	0,05	0,3	0,09	1,16	0,03	0	18,2	1,35	0,09
NP-Ca	1,6	4,4	0,5	1,4	0,04	0,3	0,05	0,68	0,02	0	18,1	1,72	0,07
21 кисть													
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	1,8	4,5	0,5	1,5	0,05	0,3	0,15	0,60	0,05	0	26,2	2,74	0,04
NP-Ca	1,7	4,1	0,5	1,4	0,04	0,3	0,10	0,46	0,03	0	20,2	1,89	0,05
Среднее													
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	2,0	5,4	0,6	1,6	0,11	0,5	0,20	0,78	0,03	0	26,5	1,94	0,07
NP-Ca	1,8	5,0	0,6	1,5	0,10	0,4	0,17	0,68	0,03	0	20,9	1,65	0,08

Что касается тяжелых металлов, то в плодах томата разных сборов, к примеру, в 2006 году, содержание свинца, цинка, никеля и кобальта значительно ниже ПДК (Pb – 0,5 мг/кг), согласно СанПин № 2-123-4089-86 от 31.03.86 г. Однако наличие железа (допустимое остаточное количество в овощах по нормам Постоянной комиссии СЭВ), равное 50 мг/кг, на контроле в 12 кисти составило 44,7 мг. Новый агрохимикат обеспечивал даже несколько меньший уровень по Mn и Cr (табл. 5).

**Вынос элементов питания с урожаем.** Общий расход питательных веществ, отчуждаемых с урожаем, зависит от величины урожайности и химического состава плодов и вегетативной массы растений. Он варьирует в зависимости от применяемых удобрений, условий выращивания (табл. 6).

Относительный вынос на единицу основной продукции – плодов в культуре защищенного грунта изменяется по соотношению питательных элементов и в главной мере зависит от соотношения основной (плоды) и побочной продукции, которая может варьировать в широких пределах.

Нами проведены расчеты содержания элементов питания в плодах и те, что были внесены с питательными растворами, рассчитан общий и относительный расход элементов питания (табл. 6). Установлено, что при равном расходе элементов питания по фону NP-Ca получено больше урожая, чем на контрольном варианте. Следовательно, снижается расход элементов питания в расчете на единицу производимой продукции в отличие от варианта с ортофосфорной кислотой. Можно считать, что в испытуемом варианте элементы питания расходуются более экономно на 4,3 % в сумме по шести указанным элементам питания. В общем расходе элементов питания по фону NP-Ca отмечено увеличение доли выноса элементов плодами по сравнению с контрольным вариантом. Из всех элементов питания, азот в большей степени (до 50 % внесенного), приходится на плоды. Меньше всего плодами выносятся кальций 4,7 – 5,1 %.

Низкая доля выноса плодами, особенно фосфора и калия, видимо, обусловлена возможным перерасходом этих элементов, а также нахождением их в недоступных соединениях (фосфор) и большей доли вегетативной массы растения в общей биомассе культуры томата.

Полученные данные важны, по нашему мнению, как в научном, так и в практическом отношении: они позволяют специалистам по питанию растений дифференцированно рассчитывать дозы удобрений и контролировать процесс питания растений в защищенном грунте.

**Таблица 6. Общий и относительный расход элементов питания в опытах, среднее за 2002 – 2006 гг.**

Показатель	Н <sub>3</sub> РO <sub>4</sub>						NP-Ca						
	Сбор	N	P	K	Ca	Mg	Сбор	N	P	K	Ca	Mg	
Урожайность плодов, т/га	300	-	-	-	-	-	313	-	-	-	-	-	
Сухих веществ в плодах, кг/га	16200	-	-	-	-	-	17528	-	-	-	-	-	
Расход элементов, кг/га	-	1508	355	2147	994	331	-	1508	356	2149	991	330	
Расход на 1 т плодов, кг	-	5,0	1,2	7,2	3,3	1,1	-	4,8	1,1	6,9	3,2	1,05	
Содержится в плодах	% в сух. веществе	-	4,33	0,41	3,57	0,29	0,37	-	4,15	0,37	3,77	0,29	0,35
	кг/га	-	701,5	66,4	578,3	47,0	59,9	-	727,4	64,8	660,8	50,8	61,3
Доля выноса плодами, % от общего расхода	-	46,5	18,7	26,9	4,7	18,1	-	48,2	18,4	30,7	5,1	18,6	

**Экономическая эффективность применения NP-Са** определяется увеличением дохода и рентабельности. В свою очередь, они непосредственно связаны с затратами на производство продукции – в них входят такие статьи как затраты на удобрения, семена, пестициды водоснабжение и др.

В годы проведения исследований происходил рост цен на применяемые удобрения, при этом наибольшее удорожание за пять лет пришлось на испытуемый подкислитель – в десять раз. Не смотря на такое повышение цен, во все годы испытаний использование удобрения NP-Са, в сравнении с общепринятым подкислителем, позволило отказаться от ортофосфорной кислоты, уменьшить расход азотной кислоты, дорогостоящий туков – кальциевой селитры, сульфата калия, Кемиры-Комби и др. Это обеспечило снижение затрат на удобрения. Так, в среднем за пять лет применения NP-Са затраты на удобрения снизились на 9,6 %, что составило в расчете на один гектар за пять лет исследований 145,1 тыс. рублей.

В среднем за годы опытов рентабельность производства плодов томата продленного культурооборота на малообъемной технологии по вариантам исследований составила: на контроле – 3,29 %, а на испытуемом варианте – 7,08 %, т. е. повышение рентабельности от применения нового агрохимиката – 3,8 %. Во все годы опытов (кроме 2004 года) применение NP-Са обеспечивало более высокие экономические результаты по сравнению с контролем. Наибольшая рентабельность от внесения NP-Са выявлена в 2002 году – и по сравнению с контрольным вариантом была больше на 7,3 %. В 2004 году возделывание томата при использовании нового агрохимиката по сравнению с применением ортофосфорной кислоты, было менее убыточным.

Таким образом, внедрение нового удобрения-подкислителя среды для томата позволило снизить затраты на удобрения, способствовало повышению урожайности в среднем на 1,3 кг/м<sup>2</sup>, что также способствовало повышению выручки от реализации продукции. Применение NP-Са более рентабельно, при этом его использование увеличивает эффективность производства. Окупаемость затрат повышается в среднем на 0,38 рубля.

## **ВЫВОДЫ**

На основании проведенных экспериментов и обобщений можно сделать следующие выводы:

1. При разбавлении водой выявлено, что при выборе необходимой рабочей концентрации удобрение-подкислитель NP-Са обеспечивает сходный с минеральными кислотами подкисляющий эффект, что позволяет использовать его в тепличном овощеводстве при выращивании томата по малообъемной технологии.

2. На испытуемом варианте по сравнению с контролем создаются сходные условия пищевого режима, а в отдельные периоды наблюдений более оптимальные показатели реакции среды. Это создавало для растений томата благоприятные условия для роста и развития.
3. NP-Са не оказывает негативного влияния на архитектуру растений. В среднем за годы экспериментов приросты стебля в динамике в контроле и испытуемом варианте статистически не различались. Но практически за весь период вегетации диаметр стебля под цветущей кистью в обоих вариантах был меньше «оптимального» значения (10 мм). Растения были генеративными.
4. NP-Са не нарушает процессы формирования урожая, при этом на его фоне отмечена лучшая завязываемость плодов, которая в среднем за годы исследований составила 87 %, а на контрольном варианте – 84 %.
5. В годы опытов урожай на варианте с NP-Са был выше, а мае – июле отдача его по испытуемому удобрению значительно превосходила контроль. В среднем за пять лет опытов это позволило получить на 1,3 кг/м<sup>2</sup> больше плодов, чем на контроле.
6. По фону NP-Са качественные характеристики урожая не уступали значениям на контрольном варианте. Отмечено повышение содержания в плодах сухих веществ, аскорбиновой кислоты, сахаров.
7. Данные по химическому составу плодов показывают, что в среднем по различным срокам сборов содержание азота, фосфора и кальция по вариантам опыта были близкими. При применении NP-Са концентрация калия в плодах оказалась заметно выше контроля. Новое удобрение не способствовало накоплению нитратов. В обоих вариантах их в плодах было значительно меньше ПДК (120 мг/кг).
8. При внесении в питательные растворы в качестве подкислителей NP-Са и ортофосфорной кислоты не было выявлено изменений химического состава плодов различных сборов, как и превышения ПДК в них солей тяжелых металлов. Использование NP-Са также не привело к накоплению их в урожае.
9. Применение NP-Са способствует более экономному использованию растениями элементов питания (в расчете на единицу продукции). Получены новые данные по расходу элементов питания на единицу продукции. Установлено, что по фону NP-Са заметно выше доля выноса основных элементов питания плодами томата в общем их расходе.
10. Использование подкислителя NP-Са позволяет при составлении питательных растворов снизить расходы на дорогостоящие импортные удобрения, таких как Кемира-Комби, Кристаллон и других.

11. С экономической точки зрения, применять NP-Са рентабельно. При этом его введение в питательный раствор увеличивает эффективность производства томата в среднем на 3,8 %, а окупаемость затрат увеличивается в среднем на 0,38 рубля.
12. Введение в питательные растворы NP-Са, равно как ортофосфорной кислоты, не оказывает негативного влияния на работу системы капельного полива.

Жидкофазное комплексное удобрение-подкислитель среды NP-Са весьма перспективно при малообъемном выращивании томатов в защищенном грунте.

### **ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ**

1. Для оптимизации реакции среды питательных растворов при выращивании томата на торфяном субстрате малообъемным способом помимо использования общепринятых подкислителей среды – азотной и ортофосфорной кислот, определена возможность применения нового удобрения-подкислителя среды NP-Са. Этот агрохимикат, помимо своего подкисляющего эффекта, содержит такие элементы питания, как азот в нитратной форме, фосфор, кальций. С учетом специфического состава жидкофазного подкислителя среды NP-Са, использование его возможно только через кислотный бак. Для предотвращения выпадения осадка в кислотном баке использовать NP-Са следует в смеси с 56 %-ной азотной кислотой в соотношении 8/1 и доведения общей концентрации кислотосодержащих жидкостей до уровня не менее 40 %.
2. При расчете нормативов расходования удобрений на планируемый урожай томата в условиях малообъемного питания рекомендуется учитывать наши уточненные данные расхода элементов питания на 1 т плодов, полученные в результате исследований.
3. Для снижения опасности работ по обслуживанию установок системы полива рекомендуем применять менее летучий и более безопасный жидкофазный подкислитель – NP-Са.
4. В целях повышения эффективности производства предприятию ФГУП «Совхоз «Тепличный» предлагаем перейти на систему удобрения с использованием простых туков и введением NP-Са в питательные растворы для оптимизации реакции среды. Это позволит получать экологически чистую продукцию более высокого качества с меньшими затратами на производство.

## **ПУБЛИКАЦИИ ПО МАТЕРИАЛАМ ДИССЕРТАЦИИ**

### **Статьи, опубликованные в журналах, рекомендованных ВАК**

1. Ненайденко Г. Н., Нестеров С. Ю. Влияние подкислителя среды на урожайность и качество томата при малообъемном выращивании // *Агрохимия*. – М., 2008. – № 3. – С. 57 – 66.
2. Ненайденко Г. Н., Нестеров С. Ю., Коннов Н. П. Изменение урожайности и химического состава плодов томата под влиянием различных подкислителей среды // *Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук*. – 2008. – № 3. – С. 34 – 36.

### **Статьи, опубликованные в других изданиях**

1. Ненайденко Г. Н., Сидоров С. А., Нестеров С. Ю. Влияние различных подкислителей корнеобитаемой среды на развитие растений томата // *Гавриш*. – 2003. – № 4. – С. 13 – 16.
2. Ненайденко Г. Н., Нестеров С. Ю. Оптимизация питания томата при малообъемной культуре. – М.: изд. Россельхоз академии, 2003. – 120 с.
3. Ненайденко Г. Н., Гусев В. В., Сидоров С. А. Влияние различных способов оптимизации среды на рост, развитие, урожайность и качество плодов томата // *Сборник статей Ивановского НИИ сельского хозяйства «Достижения и основные пути развития аграрной науки Верхневолжья»*. – Иваново, 2003. – № 9. – С. 115 – 127.
4. Ненайденко Г. Н., Тарасов А. Л., Нестеров С. Ю. Применение торфа в сельском хозяйстве / Учебное пособие для студентов сельскохозяйственных ВУЗов, Ивановская ГСХА. – Иваново, 2004. – 95 с.
5. Ненайденко Г. Н., Нестеров С. Ю. Минеральные подкислители среды при малообъемном способе выращивания томата // *Владимирский земледелец*. – 2004. – № 2 (32). – С. 10 – 13.
6. Ненайденко Г. Н., Нестеров С. Ю. Сравнительное действие подкислителей среды при выращивании томата // *Современные наукоемкие технологии*. – 2004. – № 1. – С. 37 – 44.
7. Ненайденко Г. Н., Нестеров С. Ю. Минеральные подкислители среды в интенсивном овощеводстве. – Кострома – Иваново, 2004. – С. 275 – 310.
8. Ненайденко Г. Н., Нестеров С. Ю. Реакция среды – важнейший элемент точного земледелия // *Вопросы стабилизации почвенного плодородия и урожайности в Верхневолжье: сборник научных статей Бюллетень ВНИИУА им. Д. Н. Прянишникова*. – М., 2004. – № 120. – С. 60 – 72.
9. Нестеров С. Ю. Сравнительное действие различных подкислителей на урожай и качество плодов томата // *Проблемы и перспективы развития сельскохозяйственной науки и АПК в современных условиях: сборник тезисов научно-практической конференции*. – Иваново, 2004. – Том 1. – С. 80.

10. Нестеров С. Ю. Реакция среды – важнейший фактор точного земледелия // Владимирский земледелец. – 2005. – № 3 – 4 (37 – 38). – С. 13 – 16.
11. Ненайденко Г. Н., Нестеров С. Ю. Пути повышения урожайности и снижения затрат на удобрения при малообъемном выращивании томата // Сборник статей ВНИИА им. Д. Н. Прянишникова. – М., 2006 – С. 8 – 22.
12. Нестеров С. Ю. Влияние нового подкислителя среды на качество плодов томата при малообъемном выращивании в защищенном грунте ФГУП «Совхоз «Тепличный» // Современные проблемы развития АПК в работах молодых ученых и студентов ИГСХА: сборник статей. – Иваново, 2006 – С. 27 – 31.
13. Ненайденко Г. Н., Нестеров С. Ю. Сравнительное действие удобрений – подкислителей  $\text{NP-Ca}$  и  $\text{H}_3\text{PO}_4$  при малообъемном выращивании томата (Сообщение 2) // Современные наукоемкие технологии: региональное приложение к журналу. – 2006. – № 2. – С. 10 – 17.
14. Ненайденко Г. Н., Нестеров С. Ю. Пути повышения урожайности и снижения затрат на удобрения при малообъемном выращивании томата // Вопросы стабилизации плодородия и урожайности в Верхневолжье: сборник статей. – М., 2006. – С. 8 – 22.
15. Ненайденко Г. Н., Елизаров С. А., Нестеров С. Ю. Отзывчивость гибрида томата  $F_1$  Раиса на различные подкислители питательного раствора // Вопросы повышения урожайности сельскохозяйственных культур: сборник материалов международной научно-методической конференции (Иваново 1-2 марта 2007 года). – Иваново, 2007. – С. 175 – 186.
16. Нестеров С. Ю. Урожайность и качество плодов томата при использовании различных подкислителей среды // Актуальные проблемы и перспективы развития агропромышленного комплекса: сборник материалов конференции. – Иваново, 2007. – С. 54 – 56.
17. Ненайденко Г. Н., Нестеров С. Ю., Коннов Н. П. Изменение урожайности и химического состава плодов томата под влиянием различных подкислителей среды // Ресурсосберегающие технологии для земледелия и животноводства Владимирского ополья: сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции. – Суздаль, 2008. – С. 229 – 233.
18. Нестеров С. Ю. Влияние подкислителя среды при малообъемном выращивании на урожайность и качество плодов томата // Современные проблемы развития АПК в работах молодых ученых и студентов ФГОУ ВПО «Ивановская ГСХА им. Д. К. Беляева»: сборник статей. – Иваново, 2008. – С. 56 – 59.