

## СОДЕРЖАНИЕ

Влияние состава питательного раствора на продуктивность растений томата при малообъемном способе выращивания в условиях регулируемой агроэкосистемы.....	2
Повышение качества плодов нектарина за счет оптимизации минерального питания растений.....	5
Влияние концентрации и соотношения азота, фосфора и калия в питательном растворе на рост и развитие многолетних травянистых растений.....	9
Технология выращивания томатов в открытом грунте в условиях засушливого климата с применением водорастворимых минеральных удобрений.....	12
Победители конкурса «Дефицит элементов питания у сельскохозяйственных культур» – 2014.....	14
Обзор научных публикаций.....	18

## Международный Институт Питания Растений

**Иванова С.Е.**, вице-президент программы по Восточной Европе и Центральной Азии  
*e-mail: sivanova@ipni.net*

**Носов В.В.**, директор программы на Юге и Востоке России  
*e-mail: vnosov@ipni.net*

Бесплатная подписка: [ipni-eeca@ipni.net](mailto:ipni-eeca@ipni.net)

125466 Россия, Москва,  
ул. Ландышевая, д. 12, пом. 17а  
тел./факс: +7 (495) 580 64 14

сайт: <http://www.ipni.net>  
<http://eeca-ru.ipni.net>

*e-mail: ipni-eeca@ipni.net*

Перепечатка и любое воспроизведение материалов, опубликованных в Вестнике, возможны только с письменного разрешения Международного института питания растений  
© Международный институт питания растений 2014

Уважаемый читатель, этот специализированный выпуск вестника содержит подборку статей по применению водорастворимых удобрений под овощные, плодовые и декоративные культуры.

В этом году мы включили в научно-исследовательскую программу МИПР (IPNI) в России новое направление – применение водорастворимых удобрений. В рамках этого направления в 2015 году был организован в партнерстве с Волгоградским ГАУ научно-практический проект по фертигации овощных культур в открытом грунте, который включает проведение полевых производственных опытов и обучающие семинары для фермеров и агрономов. В наступающем году будут реализованы новые научные проекты с водорастворимыми удобрениями для внекорневых подкормок озимой пшеницы и сои. Первые результаты этих проектов будут опубликованы на страницах нашего вестника в 2016 году.

Этот выпуск выходит в канун нового 2016 года. Я искренне желаю Вам в наступающем году профессионального роста и реализации самых амбициозных планов.

С уважением,  
Светлана Иванова.



### Приглашаем к сотрудничеству переводчиков (английский язык) для письменных переводов научно-популярных статей.

Обязательное условие - высшее образование по специальностям: почвоведение, агрохимия, агрономия, физиология растений, или любая другая специальность в области биологии.



Присылайте Ваше резюме на [ipni-eeca@ipni.net](mailto:ipni-eeca@ipni.net).



Московский офис МИПР (IPNI) объявляет о вакансии на должность специалиста по сопровождению агрономических проектов.

Обязательное условие – высшее образование по специальностям: агрономия, агрохимия или почвоведение, а также опыт практической работы по закладке и проведению опытов с удобрениями. Наличие ученой степени приветствуется.

Обязательно проживание в ЦФО.

Присылайте Ваше резюме на [ipni-eeca@ipni.net](mailto:ipni-eeca@ipni.net)



# 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 и В.Л. Судаков

*Приведены результаты исследований по влиянию различных питательных растворов на рост и продуктивность растений томата, выращиваемых малообъемным методом при фитильном способе подачи питательного раствора в условиях регулируемой агроэкосистемы. Показано, что для данных условий выращивания томата наиболее перспективны дифференцированные по фазам развития растений питательные растворы, разработанные в АФИ.*

**Р**азвитие и совершенствование малообъемных технологий светокультуры требует разработки систем питания растений, обеспечивающих в полной мере корневую систему кислородом, водой и элементами минерального питания. В интенсивной светокультуре все необходимые для обеспечения жизнедеятельности соединения в доступной форме растения томата получают прежде всего из питательного раствора (ПР). Сбалансированный состав ПР на протяжении всего периода вегетации растений томата – один из самых эффективных факторов достижения 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 подбирается 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 происходить 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 рецептуры растворов ставилась задача удовлетворения индивидуальных потребностей выращиваемых растений в тех или иных химических элементах, обеспечение долговременности использования растворов, стабильности во времени их рН и т.д. Наиболее известны растворы, предложенные Кнопом, Хогландом и Арноном, Жерике, Чесноковым, Алиевым, питательный раствор, применяемый в Калифорнийском университете, раствор экспериментальной станции в Нью-Джерси.

В фундаментальных работах В.А. Чеснокова и Е.Н. Базириной (Чесноков, Базирина и др., 1960) показано, что для круглогодичного выращивания растений томата можно эффективно использовать ПР

одного состава в течение всей вегетации растений вне зависимости от фазы их развития. При поддержании стабильной концентрации и соотношения компонентов в ПР растения томата не испытывают недостатка ни в воде, ни в питательных элементах. Другие авторы предлагают изменять состав ПР по этапам онтогенеза растений, например, современные голландские теплические технологии культивирования томата предусматривают применение растворов, дифференцированных по фазам развития растений томата: стартового, стандартного и раствора 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 (КС). Показано, что, несмотря на эффективность использования раствора Кнопа для культивирования томата в условиях регулируемой агроэкосистемы (РАЭС), возникла необходимость подбора состава питательного раствора в связи со способом его подачи в корнеобитаемую среду (Ермаков и Медведева, 1985; Аникина и др., 1988; Аникина, 1994; Панова и др., 2011).

Для выращивания растений томата малообъемным методом (объем субстрата – 3 литр на растение) и капиллярном способе подачи ПР по плоскому фитилю (Желтов, 1986; Панова и др., 2010) нами 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 этих элементов в модифицированном растворе Кнопа обусловлено возрастанием потребности в фосфоре и калии у растений томата в период плодоношения и 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 мас-

сового цветения и начала завязывания плодов. Содержит, в отличие от оригинального раствора Кноп, большее количество всех питательных элементов. Это обусловлено возрастом активности потребления элементов питания в данный период развития растений.

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

Целью настоящего исследования было изучение влияния разработанных нами питательных растворов на рост и продуктивность растений томата в условиях интенсивного культивирования в РАЭС малообъемным методом при капиллярном способе подачи питательного раствора по плоскому фитилю и сравнительной оценке их эффективности по сравнению с прототипами – растворами Кноп различной концентрации и питательными растворами, используемыми в голландских тепличных технологиях.

## Объекты и методы

Растения томата сорта Ультрабек выращивали малообъемным способом в оригинальной вегетационной светоустановке для культивирования растений высотой до 1.2 метров (Ермаков, 2007; Панова и др., 2011). Средняя облученность растений составляла ~ 50 Вт/м<sup>2</sup> ФАР. Продолжительность светового периода – 16 ч/сут. Поддерживалась температура воздуха днем 25±20°C и 22±20°C – ночью. Относительная влажность воздуха составляла 50-60%. Исследуемые питательные растворы в КС подавались капиллярным способом по плоскому фитилю (Панова и др., 2010). В каждом варианте выращивали по 11 растений томата.

В опытах испытывались следующие растворы для интенсивной светокультуры:

- стандартный раствор Кноп (контроль) (Чесноков и др., 1960);
- разработанный модифицированный раствор Кноп;
- разработанный питательный раствор №1;
- разработанный питательный раствор №2;
- тепличные голландские питательные растворы – стартовый и стандартный (Тепличный практикум ..., 2000).

В схему опытов входили следующие варианты:

- 1) В течение всей вегетации растения выращивали на стандартном растворе Кноп.
- 2) До цветения растения выращивали на стандартном растворе Кноп. В период завязывания и налива плодов применялся разработанный модифицированный раствор Кноп.
- 3) Растения выращивали до цветения на стандартном растворе Кноп двойной концентрации, в период завязывания плодов переходили на стандартный раствор Кноп половинной концентрации, во время налива плодов – на стандартный раствор Кноп.
- 4) Растения выращивали до фазы налива плодов с использованием раствора Кноп двойной концентрации, затем в фазу налива плодов питание растений переводили на стандартный раствор Кноп.
- 5) Растения выращивали в течение всей вегетации с использованием голландского стандартного раствора.
- 6) Растения до цветения выращивали с использованием стартового голландского раствора, затем переходили на стандартный голландский раствор.
- 7) Растения выращивали на разработанных нами питательных растворах, состав которых менялся по фазам вегетации растений. Раствор №1 использовали до массового цветения растений и начала завязывания плодов, а раствор №2 – в период плодоношения.

Элементный состав применявшихся в работе растворов представлен в **табл. 1**.

## Результаты и обсуждение

Использованные в экспериментах ПР существенно отличаются по соотношению содержащихся в них элементов питания (**табл. 2**). Максимальное соотношение К:N отмечено для модифицированного раствора Кноп, минимальное – для стандартного раствора Кноп и для голландского стартового раствора. По этому показателю разработанный раствор №2 приближается к модифицированному раствору Кноп, а стандартный голландский раствор и разработанный раствор №1 занимают промежуточное положение. Считается, что наиболее благоприятное соотношение К:N в период завязывания и налива плодов составляет от 1.7:1.0 до 2.0:1.0 (Алиев, 1985; Глунцов, 1987).

Соотношение К:Са было наименьшим в стандарт-

**Таблица 1.** Элементный состав питательных растворов.

Питательные растворы	Концентрация элементов питания, мг/л					
	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg
Стандартный раствор Кноп	154	-	56	167	170	24
Модифицированный раствор Кноп	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
Голландский стартовый раствор	1.1	1.4	3.2	4.0
Голландский стандартный 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

ном растворе Кнопа, а наибольшее значение этого показателя отмечено в модифицированном растворе Кнопа и в питательном растворе №2, промежуточное и равное по значению – в голландских растворах и в питательном растворе №1. Известно, что нарушение в балансе калия и кальция может вызывать вершинную гниль в плодах томата (Глунцов, 1987).

Соотношение Ca:Mg выше всего в стандартном и в модифицированном растворах Кнопа, во всех других растворах оно одинаково и составляет 3.2. Соотношение данных элементов важно для обеспечения хорошего роста корневой системы растений, а также при наливе плодов. Рекомендуется поддерживать его в ПР на уровне 1.0:4.0 в течение всей вегетации растений (Алиев, 1985; Глунцов, 1987).

Соотношение N:P наиболее высоко в голландских растворах и минимально – в модифицированном растворе Кнопа. Промежуточное место по данному показателю занимают стандартный раствор Кнопа и растворы №1 и №2. Соотношение данных элементов может варьировать по фазам вегетации растений: в период вегетативного развития оно может быть около 2.0, в период плодоношения – достигать 3.0.

Как показывают результаты исследований, продуктивность растений томата зависит от состава и соотношения питательных элементов по фазам развития растений. Продуктивность растений томата, культивируемых с использованием различных ПР, приведена в **табл. 3**. Отмечается тенденция к формированию более высокой продуктивности (прирост на 6-8%) относительно контроля у томата, выращенного с использованием модифицированного раствора Кнопа (вариант 2), а также с использованием голландских растворов (варианты 5 и 6), несменяемых и сменяемых по фазам онтогенеза растений.

Растворы Кнопа различной концентрации, сменяемые по фазам вегетации растений, проявили себя как наименее эффективные. Продуктивность выращиваемых растений в варианте 3 была на 12%, а варианте 4 – на 8% ниже, чем в контроле.

Достоверно наиболее продуктивными были растения томата, выращенные на разработанных нами растворах №1 и №2 (вариант 7). Продуктивность растений в данных вариантах была на 24% выше, чем в контроле.

## Выводы

Исследования по изучению влияния состава питательных растворов на продуктивность томата, проведенные при фитильном способе их подачи в малообъемную корнеобитаемую среду и выращивании растений под искусственным светом, показали перспективность использования для данной системы выращивания разработанных нами питательных растворов с более высоким содержанием ряда основных элементов питания по сравнению со стандартным раствором Кнопа и растворов, применяемых дифференцировано по фазам развития растений. Полученные результаты позволяют усовершенствовать малообъемную технологию культивирования растений томата в регулируемых условиях.

*О.Р. Удалова – кандидат биологических наук, заведующая сектором физического моделирования и исследования агроэкосистем, ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт» (г. Санкт-Петербург).*

*Г.Г. Панова – кандидат биологических наук, заведу-*

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

Вариант опыта	Количество плодов, шт.	Средняя масса плода, г	Масса плодов, г/растение	% относительно контроля	Урожай плодов, г/м <sup>2</sup>
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.

ющая отделом светофизиологии растений и биопродуктивности агроэкосистем, ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт» (г. Санкт-Петербург).

Л.М. Аникина – кандидат биологических наук, с.н.с. сектора физического моделирования и исследования агроэкосистем, ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт» (г. Санкт-Петербург); e-mail: [lanikina@yandex.ru](mailto:lanikina@yandex.ru).

В.Л. Судаков – кандидат физико-математических наук, инженер ООО «Агрофизика».

## Литература

Чесноков В.А., Базырина Е.Н., Бушуева, Е.Н. и Ильинская Н.Л. 1960. Выращивание растений без почвы. Л.: «Изд-во ЛГУ». 171 с.  
Тепличный практикум. Дайджест журнала «Мир теплиц». 2000. Москва. Приложение к журналу «Мир Теплиц». 110 с. > [www.ponics.ru/2009/05/rastv\\_holland](http://www.ponics.ru/2009/05/rastv_holland) <  
Ермаков Е.И. 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.  
Аникина Л.М., Ермаков Е.И. и Медведева И.В. 1988. Закономерности взаимодействия корнеобитаемых сред с питательными растворами. АФИ, Л. Науч.-техн. бюл. по агроном.

физике, 7: 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.  
Панова Г.Г., Драгавцев В.А., Канаиш Е.В., Архипов М.В. и Черноусов И.Н. 2011. Научно-технические основы оптимизации производственного процесса в регулируемой агроэкосистеме. Агрофизика, 1: 29-37.  
Желтов Ю.И. 1986. Влияние способов увлажнения корнеобитаемых сред на продуктивность томата в регулируемых условиях. АФИ, Л. Научно-техн. бюл. по агроном. физике, 65: 11-14.  
Панова Г.Г., Желтов Ю.И., Судаков В.Л., Черноусов И.Н. и др. 2010. Биотехнологические комплексы по круглогодичному интенсивному ресурсосберегающему производству высококачественной растительной продукции: основы создания и перспективы. Матер. коорд. совещ. АФИ, СПб. С. 77-85.  
Алиев Э.А. 1985. Выращивание овощей в гидропонных теплицах. Киев: «Урожай». 160 с.  
Ермаков Е.И. 2007. Регулируемая агроэкосистема в познании и управлении производственным процессом. Регулируемая агроэкосистема в растениеводстве и экофизиологии. СПб. С. 4-20.  
Глуницов Н.М. 1987. Применение удобрений в тепличном хозяйстве. Москва: «Московский рабочий». 144 с.

Сайт о гидропонном выращивании растений:  
> [www.ponics.ru/2009/05/rastv\\_holland](http://www.ponics.ru/2009/05/rastv_holland) <

# Повышение качества плодов нектарина за счет оптимизации минерального питания растений

Р.С. Джонсон, А. Оливос, Ц. Ксяоцайонг, К. Крисосто и Т. Мичилайдес

Успешное возделывание косточковых плодовых культур – это получение высокого урожая и хорошего качества плодов. При недостатке элементов питания у растений усиливается внутреннее побурение мякоти плодов в период хранения. Избыточное внесение азотных удобрений стимулирует рост вегетативной массы, задерживает созревание плодов, а также повышает поражение плодов бурой гнилью.

Ранее проводившиеся исследования были посвящены, главным образом, изучению влияния минерального питания на рост и урожайность плодовых древесных культур, в то время как качеству плодов уделялось меньше внимание. Однако не стоит недооценивать существующую взаимосвязь между минеральным питанием плодовых древесных культур и качеством плодов. Так, результаты исследований по минеральному питанию яблони и сливы свидетельствуют о том, что при недостатке элементов питания развивается внутреннее побурение мякоти плодов. В одной из работ была также продемонстрирована взаимосвязь между минеральным питанием растений и окраской плодов. Тем не менее, для изучения вопроса о влиянии минерального питания косточковых плодовых культур на качество плодов после уборки, а также в период холодного хранения необходимо проведение дополнительных исследований.

Основная проблема при хранении плодов ко-

сточковых культур заключается в побурении мякоти. Побурение плодов и овощей происходит в результате окисления фенольных соединений под действием содержащегося в растительных клетках фермента полифенолоксидазы (ПФО) до хинонов, которые быстро превращаются в окрашенные в коричневый цвет соединения – меланины (рис. 1).

Протекание реакции ферментативного побуре-

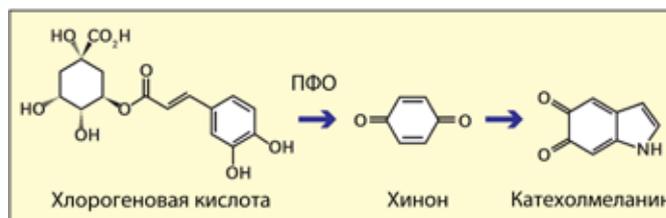


Рис. 1. Пример образования меланина из полифенольных соединений под действием содержащегося в растениях фермента полифенолоксидазы (ПФО). Образование меланина – причина побурения мякоти плодов.

ния зависит от содержания фенольных соединений, активности полифенолоксидазы, а также от наличия в среде кислорода. Однако от состава и содержания фенольных соединений зависят антиоксидантные качества плодов, что имеет важное значение для здоровья человека. Кроме того, некоторые фенольные соединения могут способствовать повышению устойчивости плодов персика к бурой монилиозной гнили (*Monilinia fructicola*), поскольку оказывают непосредственное влияние на активность кутиназы. Это предотвращает проникновение гриба в мякоть плода.

Идеальный результат – это получение плодов с высоким содержанием фенольных соединений при незначительном побурении мякоти в период холодного хранения, а также после него. Для оценки влияния условий минерального питания плодовых деревьев на урожайность и качество плодов авторами было проведено два исследования.

## Объекты и методы исследований

### 1. Опыт по изучению отзывчивости нектарина на применение азотных, фосфорных и калийных удобрений

С целью изучения минерального питания косточковых плодовых культур в Сельскохозяйственном научно-исследовательском центре им. М.Т. Кернея Калифорнийского университета (г. Парлиер, штат Калифорния, США) в 2000 г. было установлено 60 больших резервуаров (объемом 10 000 л). Они были заполнены песком для создания разных условий минерального питания растений – закладки вариантов опыта с недостатком определенных элементов.

В резервуары были высажены саженцы нектарина сорта Гранд Перл. У деревьев формировалась крона V-образной формы. В опыте в течение 8-ми лет изучалось четыре варианта внесения удобрений с использованием системы капельного полива с двумя эмиттерами на резервуар: 1) полное минеральное питание; 2) низкая доза азота, 3) низкая доза фосфора; 4) низкая доза калия (остальные элементы питания в вариантах 2-4 вносились в достаточных количествах). Повторность опыта – четырехкратная.

В 2008 и 2009 годах определяли качественные показатели плодов с каждого дерева при достижении технической спелости, исходя из окраски и твердости мякоти плодов. Изучались следующие качественные показатели плодов в период уборки: размер, содержание растворимых сухих веществ и титруемая кислотность. В 2009 г. для оценки качественных показателей плодов после холодного хранения нектарины хранились в течение 11 дней при температуре 5°C. Учитывалось развитие внутреннего побурения мякоти плодов, а также проявление других физиологических расстройств.

### 2. Опыт по изучению влияния возрастающих доз азотных удобрений на степень поражения плодов нектарина бурой гнилью

Нектарины сорта Фантазия выращивались в

Сельскохозяйственном научно-исследовательском центре им. М.Т. Кернея на участке площадью 0.81 га. Начиная с 8-го года после посадки, растения получали по 0, 112, 196, 280 и 364 кг N/га/год. Через 16 и 17 лет после посадки была проведена оценка различных качественных показателей зрелых плодов. Для изучения влияния азотных удобрений на степень поражения плодов бурой гнилью проводилась инокуляция цветков и зеленых плодов спорами грибов, вызывающих бурую гниль, в трех дозах. В период уборки подсчитывалось количество очагов бурой гнили на зрелых плодах.

## Результаты

### 1. Опыт по изучению отзывчивости нектарина на применение азотных, фосфорных и калийных удобрений

**Урожайность и качество плодов.** При внесении низких доз калия и фосфора (2008 г.), а также при недостаточном обеспечении азотом (2009 г.) наблюдалось снижение урожайности плодов по сравнению с вариантом опыта, где деревья получали полное минеральное питание. Недостаток калия и фосфора вызывал также значительное уменьшение массы плодов (2008 г.). При недостатке азота снижения массы плодов не наблюдалось. В 2009 г. урожайность была ниже, чем в 2008 г.

**Содержание элементов питания в плодах.** Содержание азота, калия и кальция в плодах соответствовало диапазонам, приводимым в ранее опубликованных работах. Только в варианте с недостаточным внесением фосфорных удобрений содержание исследуемых элементов в плодах было ниже значений, обобщенных для типичной плотности посадки. Плоды деревьев, получавших полное минеральное питание, имели максимальное содержание азота. Данный показатель снижался при внесении низких доз фосфорных и калийных удобрений. При недостаточном внесении азотных удобрений содержание азота в плодах было минимальным. Содержание фосфора в плодах достоверно изменялось при недостатке изученных элементов питания, а самые низкие значения наблюдались



Рис. 2. Пример образования меланина из полифенольных соединений под действием содержащегося в растениях фермента полифенолоксидазы (ПФО). Образование меланина – причина побурения мякоти плодов.



**Внутреннее побурение мякоти плодов** (слева) достоверно усиливалось при низком уровне фосфорного питания. Развитие бурой гнили плодов (справа) было взаимосвязано с избыточным азотным питанием, усиливающим вегетативный рост, но в то же время повышающим риск поражения грибными болезнями.

в варианте опыта с недостаточным внесением фосфорных удобрений (рис. 2).

Содержание калия и кальция в плодах по вариантам опыта не изменялось. Недостаточное внесение калийных удобрений не приводило к снижению содержания калия, фосфора и кальция в плодах, однако вызывало снижение содержания азота (хотя и в пределах оптимального диапазона). Внесение низкой дозы азотных удобрений приводило к значимому снижению содержания азота в плодах – на 50% по сравнению с вариантом опыта, где давалось полное минеральное питание. Содержание калия, фосфора и кальция в плодах при этом не изменялось. Недостаточное применение фосфорных удобрений приводило к снижению содержания фосфора и азота в плодах (приблизительно на 80 и 20% соответственно). Содержание калия и кальция в плодах при этом не изменялось.

**Внутреннее побурение мякоти плодов.** Побурение мякоти плодов проявилось сильнее всего при внесении низкой дозы фосфора по сравнению с другими вариантами опыта. В 2009 г. у плодов деревьев, получавших фосфор в недостаточных количествах, наблюдалось побурение 67% мякоти по сравнению

с 20% в варианте опыта с внесением полного минерального удобрения (рис. 3). После 11-дневного хранения у плодов, полученных при недостаточном внесении любого из изученных макроэлементов, наблюдалось достоверно большее побурение мякоти по сравнению с вариантом опыта, где давалось полное минеральное питание.

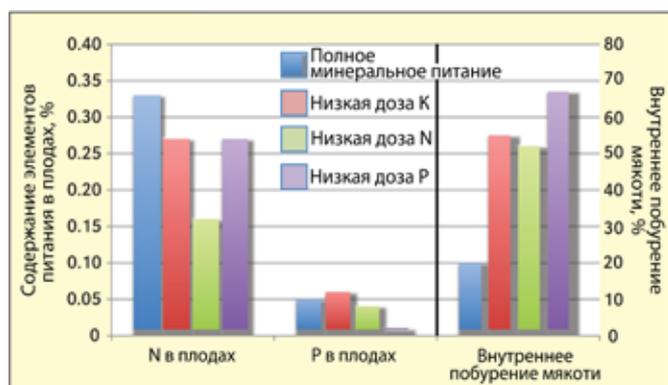
Плоды с низким содержанием фосфора, полученные в варианте опыта с недостаточным внесением фосфорных удобрений, имели более высокое содержание фенольных соединений (620 мкг/г) по сравнению с вариантом, где все элементы питания вносились в достаточных количествах (388 мкг/г). Фенольные соединения окисляются под действием фермента полифенолоксидазы до хинонов, и в дальнейшем образуются соединения, вызывающие побурение мякоти плодов.

Недостаточное азотное питание растений также способствовало снижению содержания фосфора в плодах. Это, как правило, способствует усилению внутреннего побурения мякоти плодов.

Данное исследование показало, что недостаток одного из основных макроэлементов (N, P или K) ведет к усилению интенсивности и степени распространения внутреннего побурения мякоти плодов в период холодного хранения. Однако между элементами питания растений, по-видимому, происходит более сложное взаимодействие, когда недостаток двух или более элементов приводит к разбалансированности питания, что ухудшает элементный состав плодов и их качество.

В обоих сезонах достоверное изменение величины «потенциала побурения», определявшегося в данном исследовании, и, соответственно, изменение условий протекания реакций, приводящих к внутреннему побурению мякоти, наблюдалось только при низком содержании фосфора в плодах. Низкое содержание фосфора в плодах может приводить к повышению проницаемости клеточных мембран, что облегчает протекание реакций окисления фенольных соединений, катализируемых полифенолоксидазой.

Вопреки нашим предположениям, плоды дере-



**Рис. 3.** Содержание азота и фосфора в плодах нектарина и внутреннее побурение мякоти плодов (после холодного хранения при температуре 5°C в течение 11 дней) при полном минеральном питании деревьев и при недостаточном поступлении калия, азота и фосфора с питательным раствором.



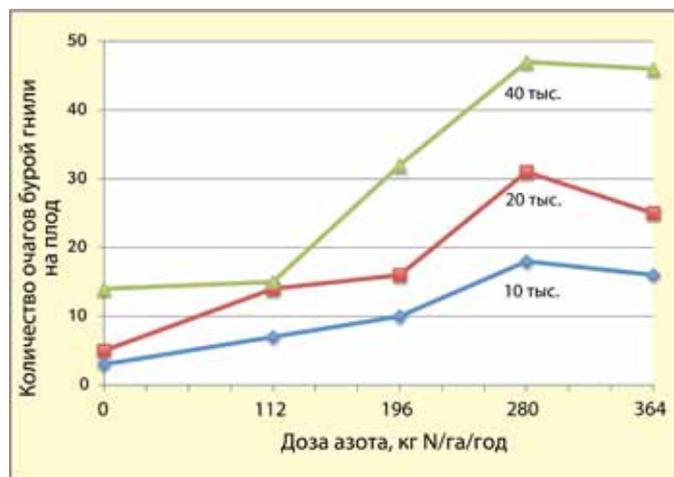
**Взрослые нектариновые деревья**, выращенные в резервуарах с песком в опыте по изучению минерального питания растений (Калифорнийский университет).

вьев, недополучавших фосфорное питание, имели максимальное содержание антиоксидантов. Предполагалось, что антиоксиданты, ингибируя процессы окисления фенольных соединений, замедляют развитие внутреннего побурения мякоти плодов.

## 2. Опыт по изучению влияния возрастающих доз азотных удобрений на степень поражения плодов нектарина бурой гнилью

Производители косточковых плодовых культур обычно вносят более 112 кг N/га/год. Тем не менее, некоторые фермеры увеличивают дозу азота в надежде повысить урожайность. Однако чрезмерное внесение азотных удобрений может привести к избыточному вегетативному росту, что оказывает негативное влияние на качество плодов, а также отрицательно сказывается на устойчивости растений к поражению болезнями и повреждению насекомыми-вредителями.

В данном опыте внесение азота в дозах выше 112 кг N/га/год не влияло на урожайность плодов, но затягивало созревание на 4-5 дней. При внесении невысоких доз азота наблюдалась лучшая окраска кожицы нектаринов в красный цвет. Избыточный вегетативный рост, вызванный внесением высоких доз азота, приводил к увеличению затененности внутри кроны деревьев и под ними, что растягивало сроки сбора урожая. Установлена прямая



**Рис. 4.** Степень поражения плодов нектарина бурой гнилью в зависимости от доз азотных удобрений и концентрации инокулирующего раствора (10 000, 20 000 и 40 000 спор/мл).

корреляционная зависимость между вегетативным ростом растений и дозами азота.

Цветки плодовых деревьев, не получавших азотных удобрений, слабее всего поражались бурой гнилью после инокуляции спорами грибов. Обобщение данных по всем срокам проведения инокуляции показало, что в вариантах с внесением высоких доз азота у цветков наблюдалось до-

стоверно большее количество пораженных тычинок по сравнению с вариантами с внесением 0 и 196 кг N/га/год. При инокуляции зеленых плодов была также выявлена прямая корреляционная зависимость между степенью поражения плодов и дозами азота (рис. 4).

## Выводы

Качество плодов нектарина сильно зависит от системы минерального питания деревьев. Внутреннее побурение мякоти в период хранения достоверно усиливалось при низком содержании фосфора в плодах. Чрезмерное внесение азотных удобрений вызывало избыточный вегетативный рост и снижало устойчивость растений к бурой гнили.

Д-р Джонсон – помощник Кооперативной консультационной службы Калифорнийского университета,

Сельскохозяйственный научно-исследовательский центр им. М.Т. Кернея, г. Парлиер, штат Калифорния, США; e-mail: sjohnson@ucanr.edu.

А. Оливос, Ц. Ксяоцяонг, К. Крисосто и Т. Мичилайдес – бывшие студенты и кооператоры Калифорнийского университета.

## Дополнительную информацию можно получить из следующих публикаций:

Andres Olivos, A., R.S. Johnson, Q. Xiaoqiong, and C.H. Crisosto. 2012. *HortSci*. 47:391-394.

Daane, K.M., R.S. Johnson, T.J. Michailides, C.H. Crisosto, J.W. Dlott, H.T. Ramirez, G.Y. Yokota, and D.P. Morgan. 1995. *Calif. Agric*. 49 (4):19-23.

Рецензирование и редактирование перевода с английского: В.В. Носов.

# Влияние концентрации и соотношения азота, фосфора и калия в питательном растворе на рост и развитие многолетних травянистых растений

Х.Т. Краус и С.Л. Уоррен

*Рост и интенсивность цветения многолетних травянистых растений зависят от концентрации и соотношения азота, фосфора и калия в питательном растворе. Результаты опытов по изучению влияния N, P и K и их соотношений на рост и развитие травянистых многолетников свидетельствуют о том, что у них такие же потребности в азоте, как и у однолетних травянистых растений. Однако при выращивании травянистых многолетников, как и многолетних древесных растений, требуются более низкие концентрации P и K в питательном растворе.*

Для успешного выращивания растений в контейнерах необходимо контролировать большое количество факторов. За счет регулирования минерального питания – обеспечения поступления элементов питания в оптимальных дозах и соотношениях улучшается рост растений. Однако потребность в элементах питания у многих декоративных культур еще недостаточно изучена. Кроме того, производители, у которых имеется большое разнообразие декоративных культур, не могут тратить время, а также закупать узкоспециализированные удобрения для удовлетворения потребностей в элементах питания каждого конкретного вида растений. Если была бы известна потребность определенных групп культур в элементах питания, производители смогли бы выбрать среди представленных на рынке удобрений такие, которые бы наилучшим образом способствовали достижению поставленных целей с учетом экономики производства, а также требований по охране окружающей среды.

Многие травянистые многолетники растут так же быстро, как и травянистые однолетние растения. Однако травянистые многолетники, как и древесные многолетние растения, накапливают элементы питания в корнях для возобновления роста после периода покоя. Количество проведенных к насто-

ящему времени исследований не позволяет выработать исчерпывающие рекомендации по оптимальной концентрации и соотношению элементов в питательном растворе при выращивании травянистых многолетников в контейнерах. Разработка рекомендаций по минеральному питанию травянистых многолетников осложняется и их склонностью к избыточному поглощению элементов питания.

Для изучения влияния различных концентраций азота, фосфора и калия, а также соотношений этих элементов в питательном растворе на вегетативный рост и интенсивность цветения гибискуса обыкновенного (*Hibiscus moscheutos* L.) и рудбекии блестящей саливантии (*Rudbeckia fulgida* var. *sullivantii* Ait. 'Goldsturm') было проведено четыре опыта. Указанные быстрорастущие и обильно цветущие виды растений были выбраны в качестве типичных представителей травянистых многолетников.

Начиная с лета 2005 г., была проведена серия опытов. На первом этапе одновременно проводились два независимых друг от друга опыта с разными соотношениями N:P и N:K в питательном растворе. В каждом опыте было шесть вариантов. Шесть соотношений N:P (1:1, 2:1, 4:1, 8:1, 16:1 и 32:1) было получено при неизменных концентрациях N и K, равных 100 и 50 мг/л соответственно. Анало-



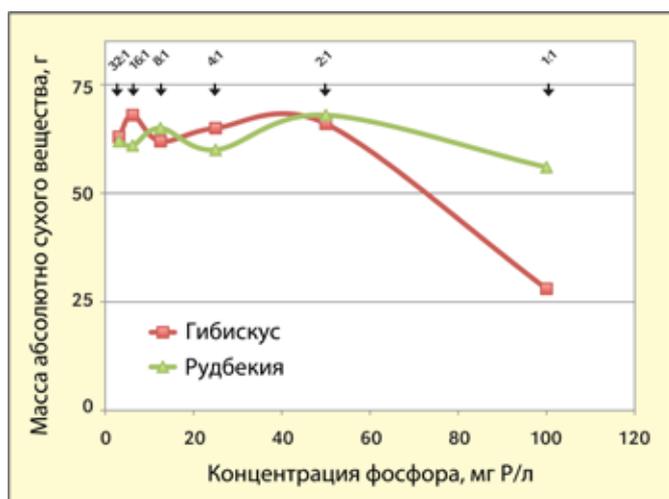
**Производители таких декоративных растений**, как рудбекия (другое название – «черноглазая Сьюзан») (слева) и гибискус (справа) смогут добиться лучших результатов при использовании системы применения удобрений, разработанной для данной конкретной группы культур.

гично, шесть соотношений N:K (1:2, 1:1, 2:1, 4:1, 8:1 и 16:1) было получено при неизменных концентрациях N и P, равных 100 и 25 мг/л соответственно. Исходя из полученных результатов, был поставлен следующий опыт с шестью соотношениями N:P:K в питательном растворе (2:1:2, 3:1:2, 4:1:2, 8:1:2, 12:1:2 и 24:1:2). Они были получены при разных концентрациях фосфора (50, 33, 25, 12.5, 8 и 4 мг P/л) и калия (100, 66, 50, 25, 16 и 8 мг K/л) и при неизменной концентрации азота, равной 100 мг/л. В последнем опыте изучалось три соотношения N:P:K (4:1:2, 8:1:2 и 12:1:2) при трех концентрациях азота (200, 100 и 50 мг/л). Растения выращивались в сосудах объемом 3.79 л, заполненных смесью измельченной сосновой коры и песка. Питательный раствор подавался при каждом поливе.

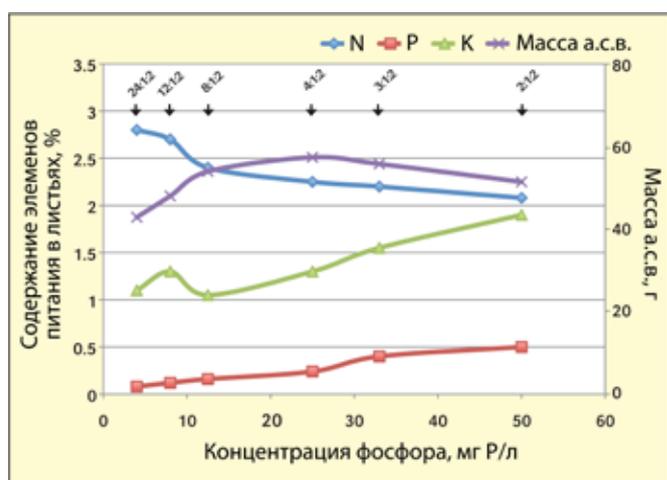
Концентрации и соотношения азота, фосфора и калия в питательном растворе влияли на рост и интенсивность цветения как гибискуса, так и рудбекии (рис. 1). При выращивании гибискуса оказался оптимальным следующий состав питательного

раствора: соотношение N:K = 4:1, соотношение N:P = 16:1, концентрация азота – 100 мг/л. Однако для лучшего роста рудбекии была необходима более высокая концентрация калия (200 мг K/л) и более низкая концентрация фосфора. Изменение концентраций фосфора и калия в питательном растворе при неизменной концентрации азота (100 мг/л) позволило установить, что гибискус лучше всего растет при более высоких концентрациях фосфора и калия и соотношении N:P:K, равном 2:1:2. В то же время, рудбекия лучше всего росла при соотношении N:P:K, равном 3:1:2. В последнем опыте, где изменялись и концентрация азота, и соотношение N:P:K, лучшего роста как гибискуса, так и рудбекии удалось добиться при более низких концентрациях фосфора и калия (200 мг N/л, 25 мг P/л и 50 мг K/л). Соотношение элементов 8:1:2 оказалось оптимальным при выращивании обоих растений (хотя при соотношении 12:1:2 рудбекия росла также хорошо).

При высокой концентрации азота в питательном растворе для обоих видов растений требовались неожиданно высокие уровни фосфорного и калийно-



**Рис. 1.** Влияние различных концентраций фосфора и соотношений N:P (показаны стрелками) в питательном растворе на массу абсолютно сухого вещества растений рудбекии и гибискуса (надземная масса и корни). Концентрация азота – 100 мг/л, концентрация калия – 50 мг K/л. Представлены средние значения для шести растений.



**Рис. 2.** Влияние различных концентраций фосфора и калия и соотношений N:P:K (показаны стрелками) на элементный состав листьев и массу абсолютно сухого вещества растений гибискуса (надземная масса и корни). Концентрация азота – 100 мг/л. Представлены средние значения для шести растений.

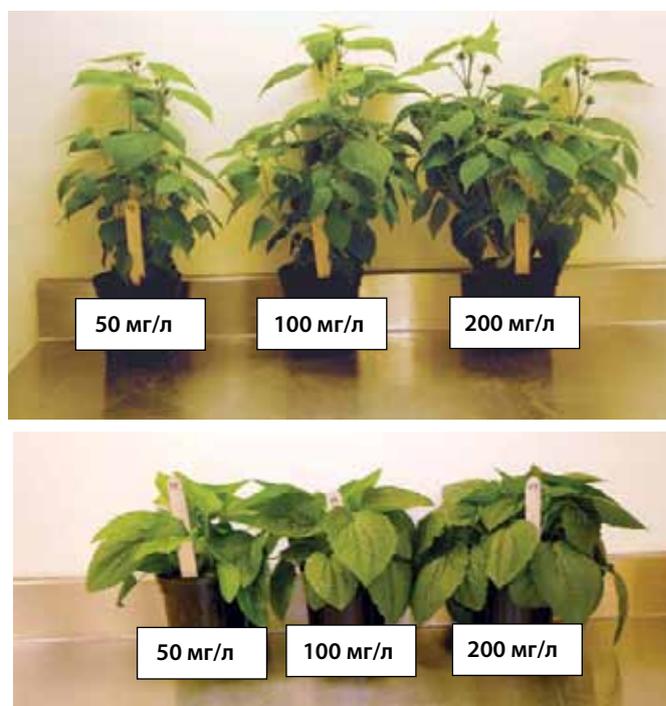
го питания (25 мг P/л и 50 мг K/л). Растения, выращенные при максимальной концентрации азота (200 мг/л), были крупнее растений, получавших меньше азота. Тем не менее, при низких дозах азота растения также имели превосходный внешний вид (см. фото). Кроме того, содержание общего азота, фосфора и калия в листьях гибискуса и рудбекии, выращенных при концентрации азота в питательном растворе, равной 100 мг/л, и соотношении элементов 8:1:2, соответствовало значениям, которые в наших первых опытах считались оптимальными (рис. 2).

Согласно полученным результатам, при повышении концентрации азота в питательном растворе со 100 до 200 мг/л содержание общего азота в листьях изученных растений выросло на 26%. При этом содержание фосфора в листьях выросло незначительно, а содержание калия снизилось более чем на 20%.

Средняя биомасса растений, которые получали питательный раствор с соотношением N:P:K, составившим 8:1:2, и концентрацией азота, равной 100 мг/л, была на 24% меньше, чем при использовании питательного раствора с таким же соотношением N:P:K, но с более высокой концентрацией азота – 200 мг/л. При выращивании культур, используемых для ландшафтного озеленения, получение растений максимального размера не всегда желательно с учетом их транспортировки, затрат на удобрения, а также экологических аспектов. Растения гибискуса, которые получали питательный раствор с концентрацией азота, равной 200 мг/л, были крупнее и имели большее число бутонов, однако при транспортировке риск повреждения таких растений выше. Важно отметить, что использование питательных растворов с меньшим содержанием азота (100 мг N/л) и соотношением N:P:K, равным 8:1:2, позволяет уменьшить потери элементов питания с производственных площадей питомников, происходящих за счет вымывания.

Близкие результаты были получены в работе Адама и Служиса (Adam и Sluzis, 2005), в которой также наблюдалось усиление роста разных видов травянистых многолетников при внесении возрастающих доз азота. Авторы отмечают, что приемлемого роста растений часто удавалось достичь при использовании питательных растворов с низкой концентрацией азота (136 мг/л). Согласно полученным результатам, у многих из изученных видов растений наблюдалось избыточное поглощение азота. Адам и Служис (2005) предлагают применять дозы азотных удобрений, обеспечивающие получение 85-95% от максимально возможной биомассы растений. При использовании такого подхода оптимальная концентрация азота в питательном растворе в нашем случае составила бы 175-190 мг N/л. Использование питательных растворов с высокой концентрацией азота ведет к усилению роста растений, что может оказывать негативное влияние на их товарное качество.

Исходя из результатов изучения роста растений и элементного состава листьев, при выращивании большинства травянистых многолетников мы ре-



**Растения гибискуса (сверху) и рудбекии (снизу) при концентрациях азота в питательном растворе, равных 50, 100 и 200 мг/л (слева направо), и соотношении N:P:K, равном 8:1:2.**

комендуем использовать питательный раствор с концентрацией азота, равной 100 мг/л, при соотношении N:P:K, равном 8:1:2. Указанная концентрация азота составляет 50% от уровня азотного питания, обеспечивающего получение максимальной биомассы растений.

Дополнительную информацию по данной работе можно найти в статье Краус с соавт. (Kraus и др., 2011).

## Благодарности

Выражаем благодарность следующим специалистам за техническую помощь в данном проекте: Г.Дж. Бьорквист, А.У. Лаудер, С.М. Тчир, К.Н. Уолтон, У.М. Риис, Дж. Невелл и Ш. Дорман.

Д-р Х.Т. Краус (e-mail: helen\_kraus@ncsu.edu) – ассистент-профессор каф. садоводства и овощеводства Университета штата Северная Каролина, г. Роли, штат Северная Каролина (США), 27695-7609.

Д-р С.Л. Уоррен – профессор, зав. каф. садоводства, овощеводства, лесного хозяйства и рекреационных ресурсов Университета штата Канзас, г. Манхэнтен, штат Канзас (США), 66506.

## Литература

Adam, S.A. and E.A. Sluzis. 2005. *Perennial Plants. (Autumn): p. 5-45.*  
Kraus et al. 2011. *HortSci. 46:776-783.*

Рецензирование и редактирование перевода с английского: В.В. Носов.

# Технология выращивания томатов в открытом грунте в условиях засушливого климата с применением водорастворимых минеральных удобрений

Полтораднев М.С., Бессарабенко И.В. и Гребенникова Т.В.

*В данной статье представлена технология возделывания томатов в открытом грунте на сероземе типичном в Согдийской обл. Республики Таджикистан. В качестве водорастворимых минеральных удобрений применялись калиевая селитра марки NK 13-46, моноаммонийфосфат марки NP 12-61 и азотосульфат NS 30-7. Внесение удобрений с поливной водой позволило достичь максимальной продуктивности томатов – 90.9 т/га. Согласно проведенным расчетам, прибыль от реализации полученной продукции может составлять порядка 323 тыс. руб./га.*

Среди культур, возделываемых в открытом грунте в районах орошаемого овощеводства, томат занимает особое место. Целесообразность его возделывания объясняется высокой рентабельностью производства. Однако она сильно зависит от агротехники, водно-воздушного режима почвы, минерального питания и других факторов (Ботнар, 2012; Григоров, 2014; Дубовицкий и Климентова, 2014).

Томат относится к овощным культурам с большим выносом элементов питания. С 1 гектара культура выносит до 110 кг N, 30 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и 122 кг K<sub>2</sub>O. На формирование 1 тонны продукции требуется до 3.5 кг N, 1 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и 5 кг K<sub>2</sub>O (Минеев, 2004). Отношение томата к условиям минерального питания меняется на протяжении вегетационного периода. В начальный период роста томат интенсивно потребляет фосфор и калий, в фазе активного роста – азот, в фазу цветения усиленно поглощает фосфор. Основной пик потребления элементов питания приходится на период созревания плодов и плодоношения, во время которого томат активно потребляет калий и кальций. Растения томата поглощают сравнительно небольшое количество фосфора, однако чувствительны к его недостатку в почве. Томат слабо усваивает фосфор из труднорастворимых соединений, что и определяет повышенные требования к обеспеченности почвы легкоусвояемыми формами фосфора. Установлено, что свыше 80% фосфора и до 80% азота содержится в плодах (Минеев, 2004).

Производственный полевой опыт по изучению эффективности использования водорастворимых минеральных удобрений (калиевой селитры марки NK 13-46, моноаммонийфосфата марки NP 12-61 и азотосульфата NS 30-7) при выращивании томатов в открытом грунте был проведен в 2013 г. в дехканском хозяйстве в Б. Гафуровском р-не Согдийской обл. Республики Таджикистан. Почва опытного участка классифицируется как серозем типичный среднесоленный, тип засоления – хлоридно-сульфатный. Пахотный слой (0-30 см) почв данной природно-климатической зоны характеризуется низким содержанием гумуса (2.6-5.1%), очень низким содержанием общего азота (0.06-0.10%) и подвижного фосфора (120 мг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/кг почвы по методу Мачигина), высоким содержанием обменного калия (1700-2200 мг K<sub>2</sub>O/кг почвы по методу Протасова). Площадь опыт-



**Внесение удобрений** с поливной водой в фазу интенсивного роста (дата: 26.06.2013).



**Внесение удобрений** с поливной водой в фазу начала завязывания плодов (дата: 20.07.2013).

Марка удобрения	1-я подкормка	2-я подкормка	3-я подкормка
Калиевая селитра (NK 13-46)	200	200	0
Моноаммонийфосфат (NP 12-61)	200	200	0
Азотосульфат (NS 30-7)	0	0	700

ного участка составила 550 м<sup>2</sup>. Повторность в опыте – однократная.

В опыте выращивался томат сорта Рыбка, который характеризуется как среднеспелый и индетерминантный. Созревание происходит через 120 дней после всходов, масса плода составляет 80-120 г.

Подготовка почвы под опыт включала проведение в первую декаду мая влагозарядного полива и вспашки двухъярусным плугом ПН-3-35 на глубину 25-30 см. За 5 дней до высадки рассады выполнили культивацию и боронование почвы чизель-культиватором ЧКУ-4. Во вторую декаду мая на опытном участке вручную высадили непикированную рассаду томатов в фазе 3-4-х настоящих листьев. Калибровка рассады не проводилась. Гряды состояли из двух рядов. Расстояние между грядками составляло 70 см, между рядами – 30-40 см, между растениями в ряду – 25 см. Последующий уход заключался в проведении кетменных рыхлений междурядий, вегетационных поливов, внесения удобрений и опривки растений.

Полив напуском по бороздам проводили после высадки рассады и в фазы интенсивного роста, цветения и начала образования плодов – всего четыре вегетационных полива. Оросительная норма составила 400 м<sup>3</sup>/га. Подкормка растений проводилась 3-процентным раствором удобрений одновременно с поливом в фазы интенсивного роста, цветения и начала образования плодов в соответствии со схемой, представленной в **табл. 1**. В опыте были внесены следующие дозы удобрений (кг д.в./га) – N<sub>310</sub>P<sub>244</sub>K<sub>184</sub>. Высокие дозы удобрений связаны с большими потерями элементов питания за счет инфильтрации при использованном способе полива. Кроме того, была внесена сера в дозе 49 кг S/га. Химических обработок против фитофтороза и хлопковой совки в опыте не проводилось. В каче-

Показатель	
Урожайность, т/га	90.9
Уровень товарности, %	62
Цена реализации продукции, руб./кг	22
Выручка, тыс. руб./га	1240
Затраты на удобрения, тыс. руб./га	196
Все затраты, тыс. руб./га	917
Прибыль, тыс. руб./га	323
Уровень рентабельности, %	35
Примечание: конвертация в рубли выполнена исходя из курса валют на момент уборки.	

стве контрольного варианта использовали участок с минимальной обработкой и традиционным для региона внесением аммиачной селитры в дозе 240 кг N/га.

Уборка плодов проводилась вручную по мере созревания. На контрольном участке урожайность томатов составила 32.5 т/га. Этот показатель оказался немного выше средних значений по Б. Гафуровскому району (25.7 т/га). Продуктивность томатов на опытном участке с внесением полного минерального удобрения достигла 90.9 т/га (**табл. 2**), что почти в три раза или на 180% выше, чем на контрольном участке. На опытном участке с полным минеральным питанием был получен относительно невысокий уровень товарности (62%), что, как и низкая цена реализации, характерно для томатов открытого грунта в отличие, например, от продукции, выращиваемой в закрытом грунте (Минаков и др., 2007). Несмотря на высокую долю затрат на удобрения (21%), при полном минеральном питании были получены высокие показатели прибыльности и рентабельности. Результаты данного полевого опыта свидетельствуют о том, что прибыль от реализации полученной продукции может составлять порядка 323 тыс. руб./га. При аналогичных уровнях урожайности и капельном способе полива на светло-каштановых почвах Волгоградской обл. Григоров М.С. (2014) указывает на высокую эффективность вложений как в покупку минеральных удобрений, так и в покупку и монтаж оросительной системы. В частности, отмечается, что срок окупаемости вложений в покупку и монтаж оросительной системы составляет один год.

## Заключение

Соблюдение агротехнических требований, а также оптимальных сроков применения минеральных удобрений позволяет гарантированно получать высокие урожаи томатов с хорошими потребительскими качествами. Применение водорастворимых форм минеральных удобрений (калиевой селитры марки NK 13-46, моноаммонийфосфата марки NP 12-61 и азотосульфата NS 30-7) при возделывании томатов в условиях открытого грунта на типичном сероземе Республики Таджикистан позволило достичь уровня урожайности в 90.9 т/га. При этом прибыль от реализации полученной продукции составила порядка 323 тыс. руб./га.

*Полтораднев М.С. – агроном-консультант, АО «ОХК «УРАЛХИМ» (г. Москва); e-mail: maksim.poltoradnev@uralchem.com.*

*Гребенникова Т.В. – Руководитель департамента маркетинга и продвижения продукции АО «ОХК «УРАЛХИМ» (г. Москва); e-mail: tatiana.grebennikova@uralchem.com.*

*Бессарабенко И.В. – ведущий агроном-консультантб ООО «ТД «УРАЛХИМ» (г. Москва); e-mail: igor.bessarabenko@uralchem.com.*

## Литература

Ботнаръ В.Ф. 2012. Влияние орошения на влажность воздуха и моделирование водного режима при возделывании томатов. *Buletinul AŞM. Ştiinţele vieţii*, 1 (316): 92-104.

Григоров М.С. 2014. Продуктивность томатов при капельном орошении в условиях светло-каштановых почв Волгоградской области. *Известия Нижневолжского Агроуниверситетского Комплекса*, 2 (34).

Дубовицкий А.А. и Климентова Э.А. 2014. Проблемы и перспективы развития овощеводства. *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК - продукты здорового питания*, 3: 89-95.

Минеев В.Г. 2004. *Агрехимия: Учебник. М.: Изд-во МГУ. 720 с.*

Минаков И.А., Бекетов А.В. и Зюзя А.В. 2007. Эффективность производства овощей защищенного грунта. *Вестник МичГАУ*, 1: 103-111.

# Crop Nutrient Deficiency Photo Contest — 2014

## Победители конкурса

### «Дефицит элементов питания

### у сельскохозяйственных культур» – 2014

Международный институт питания растений (МИПР) рад представить победителей конкурса фотографий «Дефицит элементов питания у сельскохозяйственных культур» за 2014 г. По традиции предпочтение отдавалось участникам, предоставившим: (1) высококачественные фотографии, наиболее наглядно отражающие признаки недостатка элементов питания у растения в целом; (2) достаточную информацию по анализу почвы и (или) растений; а также (3) данные по истории полей, касающиеся применения удобрений.

МИПР выражает благодарность всем участникам, приславшим фотографии на наш ежегодный конкурс. Ваше сотрудничество помогает осуществлению нашей миссии по распространению информации о диагностике недостатка элементов питания у сельскохозяйственных культур.

Поздравляем всех победителей прошлого года, которые помимо денежного вознаграждения получают также USB-флеш-накопитель с последней версией коллекции фотографий МИПР, иллюстрирующих дефицит элементов питания у сельскохозяйственных культур. Полную информацию об этой коллекции можно получить, перейдя по ссылке: <http://ipni.info/nutrientimagecollection>.

Приглашаем всех посетить наш сайт [www.ipni.net/photocontest](http://www.ipni.net/photocontest) и ознакомиться с условиями подачи заявок в 2015 г.

### Отдельная категория «Кормовые культуры»



**1-е место (300 \$): недостаток железа у сорго**  
К. М. Селламути, Аграрный университет штата Тамилнад, г. Коимбатур, штат Тамилнад, Индия.

На фотографии представлен четкий пример недостатка железа у местного сорта сорго, который выращивался на фермерском поле около г. Карур (штат Тамилнад). Сорго возделывалось на корм скоту. Наблюдается сильный межжилковый хлороз молодых листьев растений. Почва – карбонатная с низкой обеспеченностью доступными формами железа (2.8 мг Fe/кг почвы, вытяжка ДТПУ). Содержание железа в листьях растений с выраженным дефицитом составило 56 мг Fe/кг, а в листьях, имеющих нормальный здоровый вид, – 136 мг Fe/кг.



**2-е место (200 \$): недостаток железа у злаковых трав**

Б. Раджа, Аграрный университет штата Тамилнад, г. Тируччираппалли, штат Тамилнад, Индия.

На данной фотографии четко показан характерный признак дефицита железа у злаковых трав – межжилковый хлороз молодых листьев. Фотография была сделана в Сельскохозяйственном колледже и научно-исследовательском институте им. А. Дхармалингама в г. Тируччираппалли (штат Тамилнад). По мере прогрессирования хлороза листья становились полностью белыми. Почва экспериментального участка имела щелочную реакцию среды ( $pH_{H_2O} = 8.4$ ) и высокое содержание обменного натрия (19% от ЕКО). Содержание подвижного железа составило 1.5 мг Fe/кг почвы (вытяжка ДТПУ). Содержание железа в листьях с выраженными внешними признаками дефицита было ниже, чем в листьях, имевших нормальный внешний вид, – 15 и 100 мг Fe/кг соответственно.

**Категория «Азот»**



**1-е место (150 \$): недостаток азота у картофеля**

Б.П. Пхаднис, компания «Ай-Эм-Ти Технолоджиз Лимитед» (ИМТ Technologies Ltd), г. Пуна, штат Махараштра, Индия.

Данная фотография была сделана вблизи г. Мачивара (штат Пенджаб). Недостаток азота у растений возник в результате того, что фермер решил не делать анализ почвы с целью снижения расходов (и внес недостаточное количество азотных удобрений). Однородная бледно-желтая окраска зрелых листьев (хлороз без развития некроза) четко указывает на то, что это недостаток азота. Почва данного поля – опесчаненый суглинок. В этой связи риск потерь элементов питания в результате вымывания – высокий. Фермер внес только 25 кг/га карбамида в физическом весе (12 кг N/га) при посадке. На фотографии показано 35-дневное растение. Обычно через 3 недели после появления всходов фермеры проводят подкормку карбамидом и хлористым калием.



**2-е место (100 \$): недостаток азота у кукурузы**

А. Пари, Сельскохозяйственный университет им. Б. Чандры, г. Моханпур, штат Западная Бенгалия, Индия.

Представлена фотография полевого опыта с гибридной кукурузой, проводившегося рядом с д. Маданданга в районе Гайешпур (штат Западная Бенгалия). Показана фаза выметывания метелки. На делянке, где не вносились азотные удобрения, растения испытывали недостаток азота – наблюдалось пожелтение листьев и последующее угнетение роста растений. Содержание общего азота в листьях с внешними признаками дефицита составило 1.35%.



**1-е место (150 \$): недостаток фосфора у чечевицы**

О. Сингх, Территориальная программа развития, р. Чамбал, г. Кота, штат Раджастан, Индия.

Данная фотография была сделана при проведении вегетационного опыта в Экспериментальном центре Сельскохозяйственной научно-исследовательской станции в г. Кота (штат Раджастан). Недостаток фосфора у растений чечевицы проявился в контрольном варианте опыта (без внесения фосфора). Наблюдалось покраснение нижних листьев в результате образования антоциановых пигментов. При этом верхние листья сохраняли нормальную зеленую окраску. Содержание фосфора (P) в растениях составило 0.16%. Почва в опыте имела величину  $pH_{H_2O}$ , равную 7.8, и низкие запасы подвижного фосфора – 12 кг P/га (по методу Олсена).



**2-е место (100 \$): недостаток фосфора у гуавы**

Ю.К. Шанвад, Университет сельскохозяйственных наук, г. Райчур, штат Карнатака, Индия.

На фотографии изображено однолетнее растение гуавы с внешними признаками недостатка фосфора, произраставшее в фермерском саду в районе Райчур на севере штата Карнатака. Агрохимическая характеристика почвы:  $pH_{H_2O} = 7.7$ ; запасы подвижного фосфора – 8.2 кг P/га. По данным растительной диагностики, содержание фосфора (P) в листьях с признаками его недостатка составило 0.016%.

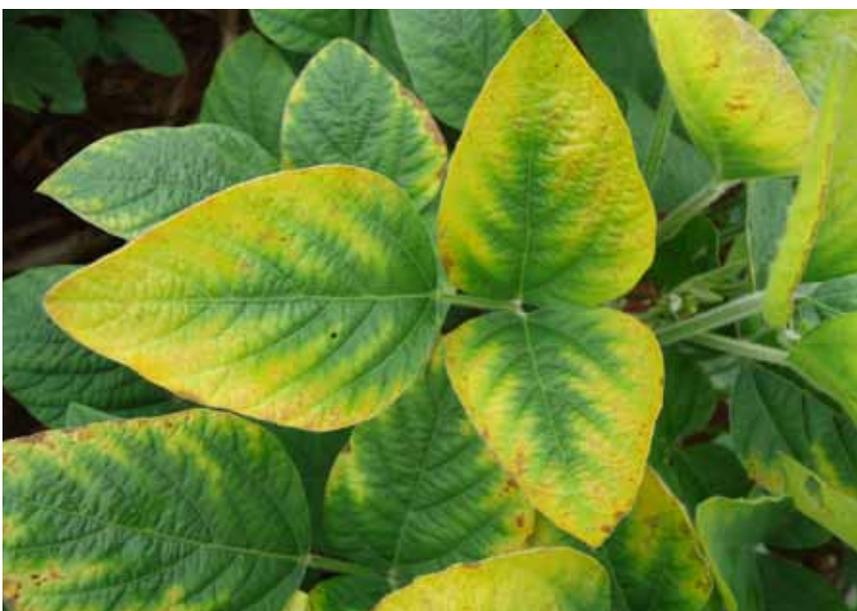
## Категория «Калий»



### 1-е место (150 \$): недостаток калия у манго

С. Шринивасан, Аграрный университет штата Тамилнад, п. Килликулам, р-н Валлнад, штат Тамилнад, Индия

На фотографии крупным планом показано 3-летнее растение манго, испытывающее недостаток калия. Фотография была сделана вблизи г. Тирунелвели (штат Тамилнад). Данные признаки недостатка калия были выявлены в засушливый период у деревьев манго, возделываемых на красноземе с  $pH_{H_2O} = 5.6$ . Наблюдалось неравномерное появление желтых пятен на старых листьях и некроз краев листьев на более поздней стадии. При очень сильном дефиците калия на верхних листьях также развивается краевой хлороз, а затем и некроз. Содержание калия (K) в листьях таких деревьев – низкое (0.24%). Запасы обменного калия в почве – также низкие (23 кг К/га).



### 2-е место (100 \$): недостаток калия у сои

К. Каппес, Фонд штата Мату-Гросу, г. Рондополис, штат Мату-Гросу, Бразилия

Представленные на фотографии внешние признаки недостатка калия у растений сои появились очагами на Опытной станции Фонда штата Мату-Гросу, расположенной около г. Итикира. Растения сои находились в фазе полного цветения (R2). На данном участке соя и кукуруза возделывались без внесения калийных удобрений в течение последних 4-х лет. Содержание подвижного калия в почве (по методу «Мелих-1») – низкое (24 мг К/кг почвы). Содержание калия (K) в листьях – 1.6%.

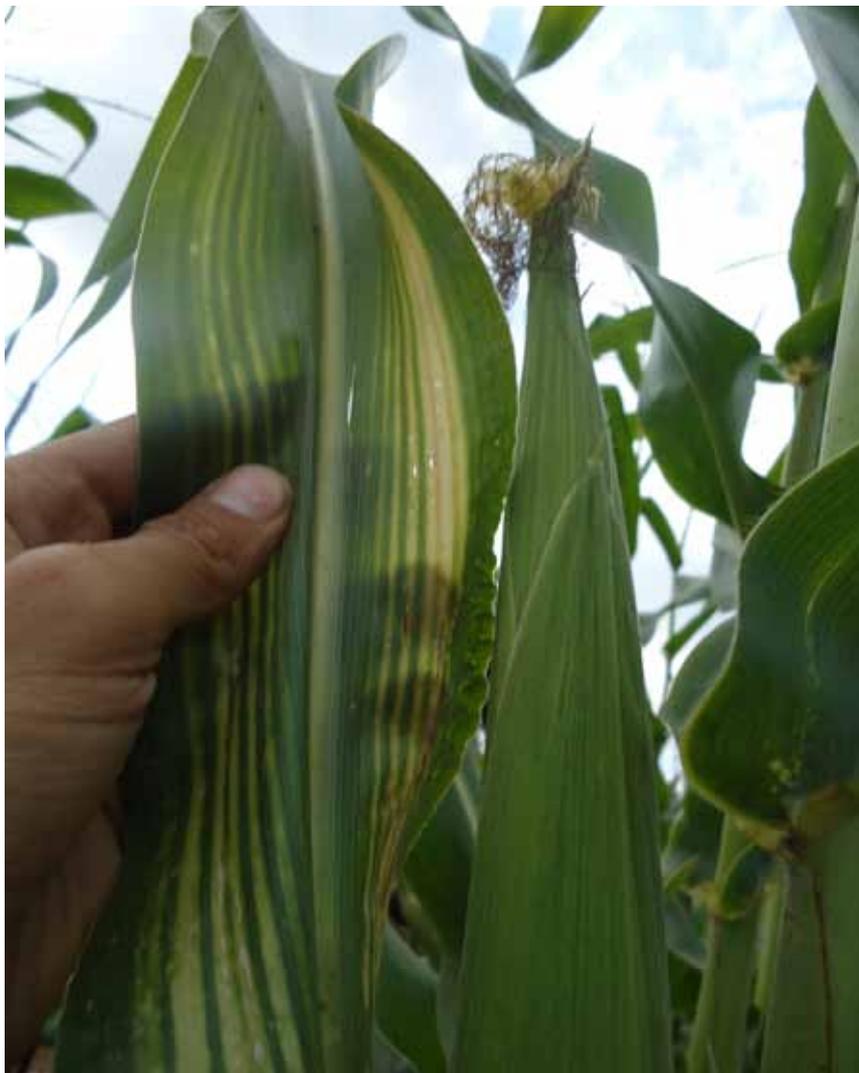
## Категория «Второстепенные элементы питания и микроэлементы»



### 1-е место (150 \$): недостаток магния у кофе

Л.Ф.К. Сиерра, Национальная федерация производителей кофе Колумбии, департамент Кундинамарка, Колумбия.

Данная фотография 3-летней кофейной плантации была сделана вблизи г. Нило (департамент Кундинамарка). Недостаток магния проявился в виде межжилкового хлороза старых листьев на плодоносящих ветвях. Кофе возделывалось на сильнокислой почве с  $pH_{H_2O} = 4.1$ . Содержание обменного магния в почве и доля обменного магния от ЕКО были низкими – 0.12 смоль (+)/кг почвы и 3.0% соответственно. Содержание магния (Mg) в листьях также было низким – 0.20%. Помимо кислой реакции почвы, традиционная практика применения удобрений, не включающая внесение магния, приводит к истощению запасов этого элемента питания в почвах.



**2-е место (100 \$): недостаток цинка у кукурузы**

С. Дрисси, Институт агрономии и ветеринарии им. Хасана II, г. Рабат, Марокко.

Эта фотография с внешними признаками недостатка цинка у кукурузы была сделана на северо-западе Марокко перед уборкой. Сильный дефицит цинка у растений проявлялся в виде белых полос между главной жилкой и краями листьев. Содержание цинка в надземной биомассе при уборке было недостаточным – 7.8 мг Zn/кг. Почва имела легкий гранулометрический состав (89% песка) и очень низкое содержание подвижного цинка (0.13 мг Zn/кг почвы, вытяжка ДТПУ).

## Обзор научных публикаций BETTER CROPS with plant food, № 1 2015

Ежеквартальный журнал  
Международного института питания растений  
(онлайн в свободном доступе <http://www.ipni.net/bettercrops>)



### Роль почвенных микроорганизмов в питании растений и поддержании корневых систем в здоровом состоянии

М.С. Койне и Р. Миккелсен

Почвенные микроорганизмы выполняют важную функцию в питании и защите растений. Они также играют ключевую роль в обеспечении должного состояния почв, воздуха и воды, что абсолютно необходимо для выживания человечества. Понимание этой взаимосвязи позволяет найти лучшие решения при регулировании питания растений.

### Связь между физико-химическими свойствами почвы и здоровьем корневых систем растений

Р. Миккелсен

Обеспечение устойчивой продуктивности сельскохозяйственных культур основано на поддержании почвенной среды в таком состоянии, которое обеспечивает здоровый рост корневых систем растений. В связи с тем, что состояние корневых систем нельзя быстро оценить визуально, важность их здоровья часто пренебрегают. Неблагоприятные

биологические, химические и физические стресс-факторы, воздействующие на корневые системы в почве, могут ухудшить их функционирование, что незамедлительно сказывается на росте растений. Повышение эффективности использования воды и элементов питания корнями растений имеет ключевое значение для получения высокой и устойчивой продуктивности сельскохозяйственных культур. В данной статье освещены некоторые наиболее важные примеры взаимодействия между корневыми системами растений и почвой.

## **Почва и продовольственная безопасность**

*Т.Л. Робертс и Дж. Райан*

Производимая продукция растениеводства обеспечивают человечество необходимой энергией, протеинами, жирами, витаминами и минеральными компонентами. При этом способность сельскохозяйственных культур давать богатую питательными веществами продукцию непосредственно зависит от здоровья почвы. Продовольственная безопасность по существу связана со здоровьем, плодородием и продуктивностью почв. Безусловно, существует тесная связь между степенью развития цивилизации и качеством почвы. Плодородные, продуктивные почвы были основой для процветающих культур, в то время как истощенные почвы в наше время, как и раньше, ассоциируются с бедностью и низким уровнем экономического развития.

## **Связь между здоровьем человечества и обеспеченностью почв элементами питания растений**

*Дж. Даксбери, Г. Лайонс и Т. Брулсема*

Физико-химические свойства почв оказывают влияние на элементный состав возделываемых сельскохозяйственных культур. От него, в свою очередь, зависит качество продуктов питания и обеспечение человечества питательными веществами, а, в конечном итоге, – и наше здоровье. Развитие агротехнологий, направленных на улучшение качества почв и сельскохозяйственной продукции, подразумевает разработку диверсифицированных систем земледелия, а также восполнение недостатка элементов питания в почвах за счет внесения удобрений.

## **Стратегии защиты и сохранения почвенных ресурсов**

*А. Вингейер и Ф.О. Гарсия*

Растущие потребности в продовольствии, кормах для животных, волокнах, биотопливе и биоматериалах в мире оказывают большое воздействие на агроэкосистемы, в которых почвы – это главный невозобновляемый ресурс. Системы обработки почв должны отвечать этим глобальным вызовам,

обеспечивая не только высокую продуктивность сельскохозяйственных культур, но также охрану и сохранение почв. Рациональные технологии обработки почвы должны быть социально приемлемыми и экономически выгодными. Кроме того, они не должны наносить ущерб окружающей среде.

## **Повышение продуктивности сельскохозяйственных культур за счет улучшения физико-химических свойств почв**

*Л.И. Прочнов и Х. Кантарелла*

Для поддержания устойчивой продуктивности большая часть сельскохозяйственных земель в мире в той или иной степени нуждается в улучшении.

## **Деградация почв в странах Африки к югу от Сахары и технологии возделывания сельскохозяйственных культур, способствующие ремедиации почв**

*Ш. Зингоре, Дж. Мутеги, Б. Агеса, Л. Тамене и Дж. Кихара*

Деградация почв, связанная с использованием несовершенных систем управления почвенным плодородием, – главная причина низкой продуктивности сельскохозяйственных культур в странах Африки к югу от Сахары. В результате внесения слишком малого количества элементов питания, подкисления и эрозии почв деградировало около 65% сельскохозяйственных земель. Увеличение объемов применения минеральных удобрений при сбалансированном внесении элементов питания наряду с использованием органических удобрений будет способствовать восстановлению плодородия почв.

## **Устойчивая интенсификация и защита почвенных ресурсов**

*Р. Миккелсен*

Без аннотации.

## **Использование принципов концепции «4-х правил» применения удобрений в точном земледелии**

*Б. Арналл и С. Филлипс*

Цель каждого сельхозпроизводителя заключается в достижении максимально возможной эффективности и продуктивности. Другими словами, стоит задача в получении максимальной отдачи при минимальных вложениях. Была проанализирована значимость концепции «4-х правил» применения удобрений при разработке систем обработки почвы. Показано, что данная концепция тесно связана со многими существующими технологиями точного земледелия.

## Компании - члены IPNI

	Agrium Inc.		Shell Sulphur Solutions
	Arab Potash Company		Simplot
	BHP Billiton		Sinofert Holdings Limited
	CF Industries Holdings, Inc.		SQM
	Compass Minerals Speciality Fertilizers		Toros Tarim
	International Raw Materials LTD		ОАО «ОХК «Уралхим»
	LUXI Fertilizer Industry Group		ОАО «Уралкалий»
	K+S KALI GmbH		Arab Fertilizer Association (AFA)
	The Mosaic Company		Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA)
	OCP S.A.		Fertilizer Canada
	ОАО «ФосАгро»		Fertiliser Association of India (FAI)
	PotashCorp		The Fertilizer Institute (TFI)
	Qatar Fertilizer Company		International Fertilizer Association (IFA)
	The Sulphur Institute		International Potash Institute (IPI)



МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ  
ИНСТИТУТ

Восточная Европа и Центральная Азия

125466 Российская Федерация, Москва, ул. Ландышева, д.12, вл. 17а  
Тел./Факс: 8 (495) 580 64 14  
<http://eeca-ru.ipni.net>  
<http://www.ipni.net>  
[ipni-eeca@ipni.net](mailto:ipni-eeca@ipni.net)



*Выше урожай и качество, сохраняя окружающую среду...  
С помощью науки*