

## СОДЕРЖАНИЕ

Принципы оптимизации азотного питания зерновых культур на уровне хозяйства.....	2
Проблема повышения точности диагностики фосфатного состояния почв Украины.....	6
Фосфор: механизмы потерь из почвы и способы их снижения.....	9
Состав стартовых удобрений и способы их внесения при возделывании кукурузы по ресурсосберегающим технологиям..	12
Обзор научных публикаций.....	14
Литература.....	18
Конкурс фотографий 2011.....	19

## Международный Институт Питания Растений

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

**Носов В.В.**, региональный директор по Югу и Востоку России  
*e-mail: vnosov@ipni.net*

125466 Россия, Москва, ул. Ландышева, д.12, вл.17  
тел./факс: +7 (495) 580 64 14  
[www.ipni.net](http://www.ipni.net)  
[www.eeca.ipni.net](http://www.eeca.ipni.net)  
[ipni-eeca@ipni.net](mailto:ipni-eeca@ipni.net)

Применение минеральных удобрений – один из наиболее действенных приемов в агротехнологиях, позволяющий получать стабильно высокие урожаи и повышать рентабельность растениеводства. Однако, рост цен на минеральные удобрения и увеличение себестоимости продукции делают вопрос о повышении эффективности использования минеральных удобрений весьма актуальным. В этом выпуске вестника мы публикуем статьи о некоторых современных подходах, которые позволяют существенно повысить эффективность использования минеральных удобрений, - оптимизация доз с учетом их окупаемости в зависимости от погодных условий года, плодородия почвы, особенностей сорта и цен на удобрения, а также определение содержания доступных для растений форм элементов питания в почве адекватными методами, покрытие (капсуляция) гранул удобрений полимерными препаратами и наиболее подходящие способы внесения удобрений.

Ежегодно Международный Институт Питания Растений проводит конкурс фотографий по теме: «Дефицит элементов питания у сельскохозяйственных растений». Лучшие фотографии, которые принимали участие в этом конкурсе, можно найти и скачать на сайте Института ><http://www.ipni.net/photocontest><. Подробная информация об условиях участия в конкурсе в 2011 году размещена на стр. 19. Мы ждем ваших фотографий.

Сотрудники московского офиса Института подготовили новую публикацию. Это буклет «Сам себе кукурузный доктор», который был специально разработан для агрономов – практиков и фермеров, выращивающих кукурузу на зерно. В буклете приведены иллюстрации и описания признаков негативного влияния основных факторов, ограничивающих урожайность кукурузы, таких как дефицит макро- и микроэлементов, избыток или недостаток влаги, поражение болезнями и повреждение вредителями. Кроме того, даются практические рекомендации по регулярному наблюдению за состоянием посевов, выявлению первых признаков неблагополучия у растений и их коррекции.

С уважением,  
Светлана Иванова,  
глава Филиала Международного института питания растений в РФ



Дефицит магния у авокадо.

Лучшая фотография конкурса в 2010 году  
Луис Антонио Жанао, Научно-исследовательский Институт Сельского Хозяйства (г. Парана, Бразилия)



# Принципы оптимизации азотного питания зерновых культур на уровне хозяйства

В.А. Романенков

Задачи оптимизации доз и соотношений минеральных удобрений, несмотря на длительный опыт и обилие расчетных методов, не становятся менее актуальными. Напротив, рост цен на материально-технические ресурсы и, как следствие, повышение себестоимости сельскохозяйственной продукции делают эту проблему ещё более острой. Необходимым инструментом для выполнения данной задачи в России является Географическая сеть опытов с удобрениями, созданная по инициативе Д.Н.Прянишникова. Официально опытная агрохимическая сеть начала свое существование с 1941 г. До 1970 г. с использованием её данных был установлен ряд закономерностей зонального действия видов и форм удобрений, определена эффективность средних доз удобрений. На основе обобщения этой информации определена эффективность действия удобрений на урожай основных сельскохозяйственных культур для преобладающих типов почв, и установленные средние дозы положены в основу рекомендаций применения удобрений в отдельных почвенно-климатических зонах и экономических районах страны (Нормативы..., 1985).

Тем не менее, в применении к отдельному хозяйству или полю средние дозы нуждались в уточнении. Наиболее распространенные корректировки уточняли дозы в зависимости от степени окультуренности почвы, величины планируемого урожая и технологии возделывания культур (Литвак, 1990). Применяемые расчетные методы оптимизации эффективности удобрений страдают недостатками, обусловленными трудностями трансформации растущего объема знаний в простые схемы, доступные практикам. Необходимость учета изменения цен на сельскохозяйственную продукцию и удобрения, а также учёт стохастического характера погодных условий – одна из основных трудностей при решении рассматриваемой задачи. Исследование подобных многофакторных систем во многом остается слабо изученным вопросом, несмотря на длительный опыт и разнообразие методов расчета доз и соотношения удобрений.

В работе проанализирована возможность ведения прибыльного земледелия при возделывании озимой пшеницы в условиях Московской области на основе управления дозами минеральных удобрений с учётом их окупаемости при изменении погодных условий и плодородия почвы, сортовой специфики, а также цен на удобрения. Средняя урожайность озимой пшеницы за 2005–2009 гг. составила в Московской области 2.78 т/га, при этом обеспечивается рентабельность производства товарного зерна пшеницы. Данный регион в настоящее время характеризуется невысокими показателями объемов производства и реализации зерна пшеницы, но обладает

всеми потенциальными возможностями расширения данного направления специализации, особенно с учетом прогнозов благоприятного изменения климатических условий в XXI в. в Нечерноземной зоне (Биоклиматический потенциал..., 2006).

## Расчёт доз азотных удобрений, обеспечивающих их окупаемость

На основе результатов исследований в специально заложенных на территории Центральной опытной станции (ЦОС) ВНИИА (Домодедовский р-н, Московская область) краткосрочных опытов с возрастающими дозами удобрений создана база данных, включающая 380 результатов наблюдений за 32 года, с варьированием доз N, P и K в диапазоне 0–240, 0–180, 0–260 кг/га соответственно. Агрохимические показатели варьировали в следующих пределах: содержание гумуса – 1.1–1.9%;  $pH_{KCl}$  4.1–6.6; подвижный  $P_2O_5$  11–166 мг/кг, подвижный  $K_2O$  79–318 мг/кг. Для

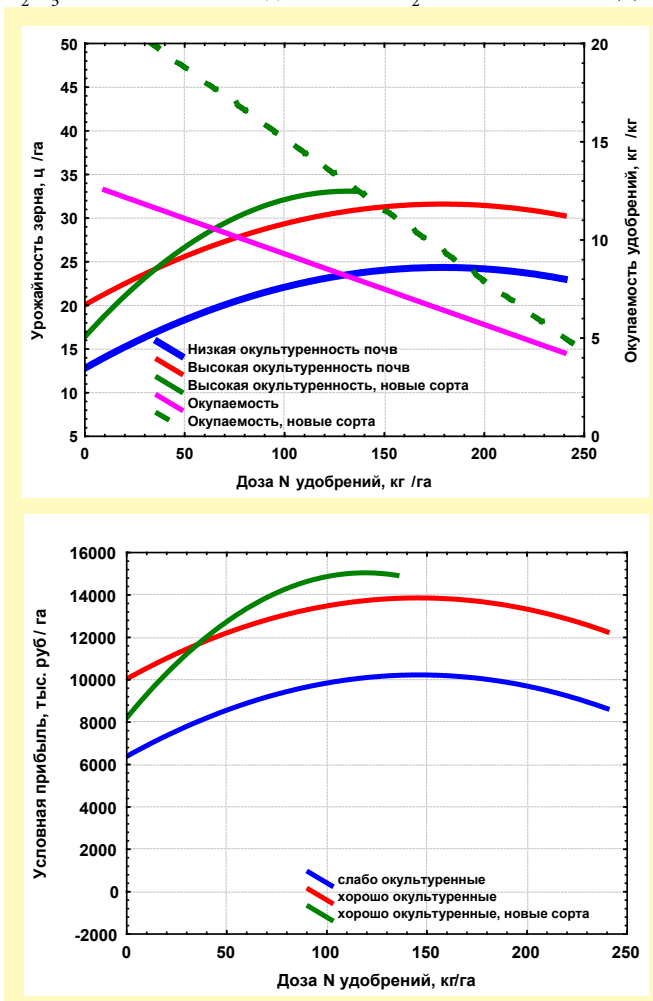


Рис.1. Изменение урожайности озимой пшеницы и окупаемости азотных удобрений при среднемноголетних погодных условиях (32 года) в условиях ЦОС ВНИИА

данной природной зоны, согласно нормативам окупаемости минеральных удобрений, под озимую пшеницу рекомендуемая доза NPK составляет 100-90-90 кг/га, соответственно. При этом эффективность применения удобрений в зависимости от влагообеспеченности может варьировать в пределах 40-70% по отношению к абсолютному контролю (Литвак, 1990).

Исследование выборки показало, что при низкой обеспеченности подвижным фосфором эффективность средних доз N удобрений (60-90 кг/га) действительно подвержена значительным колебаниям, обусловленным зависимостью от погодных условий. При средней обеспеченности подвижным фосфором наибольшие прибавки урожая озимой пшеницы достигаются при использовании доз N 60-90 кг/га, позволяя в благоприятные годы достичь прибавки 2.4 т зерна/га, при более высоких дозах эффективность N удобрений снижается, особенно заметно для доз N 120-150 кг/га. При низкой окультуренности почвы рост урожайности остается существенным при дозах N 120-150 кг/га, но абсолютная величина прибавки не превышает 1.2 т/га (Романенков и др., 2008).

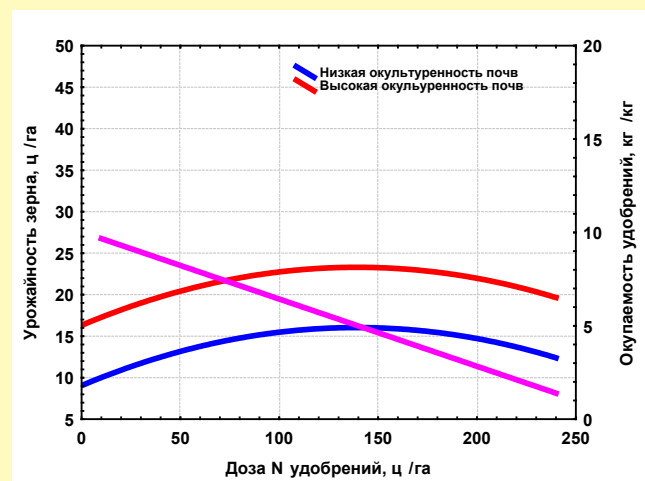
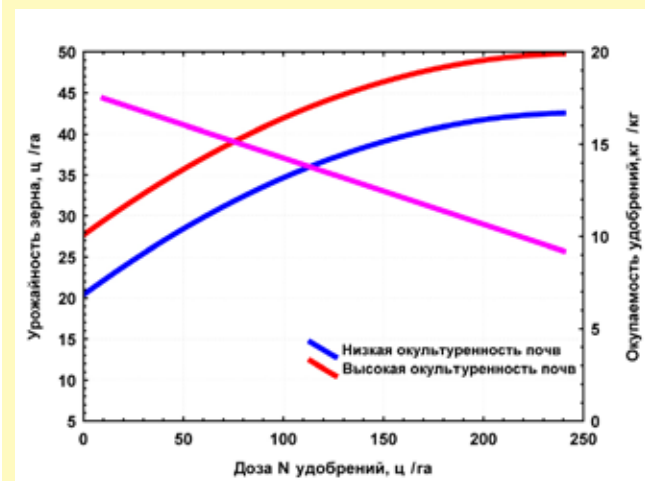
Для исследования целесообразности варьирования дозами азотных удобрений с учётом почвенных показателей, доз удобрений, температуры и осадков вегетационного периода, а также взаимодействия

перечисленных выше показателей построен ряд регрессионных зависимостей продуктивности (Сиротенко и др., 2009). По полученным моделям рассчитаны функции урожайности, окупаемости удобрений и прибыли от продаж зерна. Для расчета критерия прибыльности использован стандартный условный показатель – валовая прибыль от продажи зерна за вычетом цен на азотные удобрения (Buresh, Witt, 2008). Реальный доход будет, естественно, ниже, чем использованный в расчётах, тем не менее, он является важным сравнительным критерием, позволяющим сравнивать экономическую эффективность предлагаемых агротехнических мер. Исследовалось два крайних случая, отражающие максимальное и минимальное соотношение цен на зерно и на азотные удобрения, складывавшиеся в период 2006-2009 гг. без учёта затрат на внесение удобрений и уборку дополнительно полученной продукции, в соответствии с методикой, предложенной Бурешем и Виттом (Buresh, Witt, 2008).

### Расчёты для среднемноголетних погодных условий при изменении соотношения цен

Результаты расчётов представлены в табл. 1 и на

Таблица 1. Урожай, дозы удобрений, их окупаемость и валовая прибыль при различных сценариях сельскохозяйственного производства								
Показатель	Обозначение	Единица измерения	Низкое плодородие	Высокое плодородие	Высокое плодородие, новые сорта		Низкое плодородие	
					Высокое плодородие	Низкое плодородие		
Погодные условия			Среднемноголетние			Максимально благоприятный год	Крайне неблагоприятный год	Крайне неблагоприятный год
Урожай без удобрений	$Y_0$	т/га	1.28	2.01	1.67	2.76	1.63	0.90
Максимальный урожай	$Y_{max}$	т/га	2.40	3.16	5.61	4.98	2.33	1.6
<b>Цены* на зерно -3000 руб/т, N удобрения – 20350 руб/т</b>								
Урожай при максимальной валовой прибыли GRF	$Y$	т/га	2.15	2.81	3.17	4.63	1.97	1.25
Доза азота при max GRF	$F_N$	кг/га	90	80	100	150	40	40
Окупаемость N при max GRF	$AE_N$	кг/кг	10	10	15	13	9	9
Изменение валовой прибыли GRF	$\Delta GRF$	тыс.руб/га	-	+2.43	+3.30	+4.86	-2.01	-2.01
<b>Цены на зерно -5000 руб/т, N удобрения – 12000 руб/т</b>								
Урожай при максимальной валовой прибыли GRF	$Y$	т/га	2.38	3.11	3.22	4.92	2.27	1.55
Доза азота при max GRF	$F_N$	кг/га	140	140	110	210	100	100
Окупаемость N при max GRF	$AE_N$	кг/кг	8	13	14	10	6	6
Изменение валовой прибыли GRF	$\Delta GRF$	тыс.руб/га	-**	+3.39	+4.47	+7.74	-3.45	-3.45
* диапазон цен на продовольственное зерно 3 класса и аммиачную селитру в пересчете на 100% д.в.								
** + 5.25 к минимальному соотношению зерно/N удобрения.								



**Рис.2** Расчетная эффективность азотных удобрений под озимую пшеницу для ЦОС ВНИИА в благоприятный (а) и неблагоприятный (б) вегетационные периоды

**рис.1.** Как видно из табл. 1, при расчёте оптимальной дозы удобрений, исходя из минимального соотношения цен зерно/удобрения, доза N, обеспечивающая максимальную прибыль, изменяется в диапазоне 80-100 кг/га. При этом обеспечивается получение 2.8 т/га зерна на хорошо окультуренных почвах и 2.1 т/га на сравнительно менее плодородных почвах. Окупаемость не превышает 10 кг зерна/кг удобрений. За счет роста плодородия доза N может быть сокращена на 10 кг/га. Применение новых сортов пшеницы на высоком агротехническом фоне позволяет повысить окупаемость удобрений до 15 кг/кг, но требует увеличения дозы N до 100 кг/га. Урожай при этом возрастает до 3.2 т/га (или 57% от максимального). Валовая прибыль при повышении окультуренности почвы возросла на 2400 руб/га, а при применении новых сортов – ещё на 900 руб/га. Использование новых сортов требует увеличения оптимальной дозы N до 100 кг/га, увеличивая окупаемость в 1.5 раза – до 15 кг/кг. При этом достигается урожайность 3.2 т/га.

При максимальном соотношении зерно/удобрения, гораздо более благоприятном для сельхозпроизводителей, оптимальная доза N может быть увеличена до 140 кг/га. При этом сразу виден выигрыш в окупаемости на окультуренных почвах, которая возрастает с 8 до 13 кг/кг. Урожай при оптимальной дозе удобрения возрастает до 3.1 т/га, приближаясь к максимальному. Использование новых сортов позволяет снизить оптимальную дозу N с одновременным увеличением окупаемости до 14 кг/кг. При этом урожайность повышается незначительно – с 3.1 до 3.2 т/га. Экономическая эффективность мероприятий по повышению плодородия может составить 3400 руб/га, применение новых сортов увеличивает ее на 1200 руб/га.

Таким образом, из проведенного анализа видно, что при высокой цене на удобрения и низкой на зерно почвы исследуемого хозяйства могут достичь среднего по области урожая зерна только при возделывании озимой пшеницы на хорошо окультуренных почвах. При этом увеличение плодородия почвы не приводит к соответствующему увеличению окупаемости удобрений. Дополнительный рост урожай-

ности и окупаемости (на 15 и 50%, соответственно) перспективен при возделывании новых сортов пшеницы. Рост продуктивности за счет внедрения новых сортов позволяет рекомендовать внесение 100 кг/га N – среднего показателя для Московской области. В остальных случаях учёт рентабельности производства требует снижения дозы N на 10-20 кг/га.

При более выгодных соотношениях зерно/удобрения доза азота в расчёте на среднесезонные погодные условия может возрасти до 140 кг/га, в этом случае окультурирование почвы обеспечивает дополнительное увеличение валовой прибыли не менее чем на 900 руб/га по сравнению с предыдущим экономическим сценарием, а внедрение новых сортов – снижение доз до 110 кг/га при тех же экономических преимуществах, которые давал подобный приём для неблагоприятного соотношения цен.

### Расчёты с учётом погодных условий при изменении соотношения цен

Учёт реальных погодных условий позволяет в значительной степени скорректировать оптимальную дозу применяемых удобрений. Так, при наиболее выгодном соотношении цен зерно/удобрения оптимальная доза N может быть увеличена на 70 кг/га – до 210 кг/га, обеспечивая получение 4.9 т/га зерна при окупаемости 10 кг/кг. При этом валовая прибыль возрастает на 56%, составляя дополнительно 4300 руб/га по сравнению со среднесезонными условиями для почв с высоким уровнем плодородия (табл.1, рис.2).

При высокой цене на удобрения и низкой на зерно оптимальная доза N может также возрастать на 70 кг/га – до 150 кг/га, при окупаемости 13 кг/кг, обеспечивая урожай 4.6 т/га (или 90% от максимального). При этом валовая дополнительная прибыль возрастает вдвое по сравнению со среднесезонными условиями для почв с высоким уровнем плодородия, составляя не менее 2400 руб/га.

В неблагоприятный климатический год при наиболее выгодных соотношениях цен зерно/удобрения оптимальная доза N снижается с 140 кг/га до 100 кг/га, при этом обеспечивается урожайность 2.27 т/

га на почве с высоким плодородием и 1.55 т/га на сравнительно менее плодородной почве при окупаемости 6 кг/кг. Потери в прибыли по сравнению со среднемноголетним годом составят 3400 руб/га, что сопоставимо со среднемноголетним влиянием окультуривания почвы (табл.1).

В условиях того же года, но при низких соотношениях цен зерно/удобрения оправдывается внесение не более 40 кг/га азотных удобрений, при урожайности озимой пшеницы 1.97 и 1.25 т/га на почве со сравнительно высоким и низким уровнем плодородия, соответственно. Окупаемость N удобрений составляет 9 кг зерна/ кг удобрения, а потери прибыли по сравнению со среднемноголетним годом составляют более 2000 руб/га. Отметим, что снижение урожайности, обеспечивающей максимальную прибыль на почвах низкого плодородия по сравнению с окультуренными участками составляет при данном уровне цен 58% по сравнению с 46% при высоком соотношении цен зерно/удобрения. По сравнению с минимальным областным урожаем в 1995-2009 гг. 1.42 т/га на почвах низкого плодородия для территории ЦОС ВНИИА в неблагоприятный климатический год урожайность даже при внесении оптимальной дозы N удобрений окажется ниже среднеобластной. Устойчивое превышение урожайности над среднеобластной в неблагоприятный год при изменении цен на зерно и удобрения достигается только на окультуренных почвах.

Как видно из данного примера, ценовая ситуация значительно влияет на оптимальную дозу N удобрений и должна обязательно корректироваться с учётом складывающихся погодных условий, что позволит избежать применения излишка удобрений. При росте соотношения цен зерно/удобрения более актуальной становится увеличение доз N в благоприятных условиях, а при увеличении цен на удобрения и падении цены на зерно – корректировка минимальных доз, снижение которых может происходить вдвое для обеспечения максимальной при-

были. В условиях низких соотношений цен зерно/удобрения относительное изменение урожайности озимой пшеницы становится более чувствительным к изменению погоды, но абсолютные изменения прибыли будут ниже на 900-1500 руб/га. Каким образом может производиться необходимая корректировка?

Оптимальная доза азотных удобрений может быть рассчитана, исходя из набора факторов, определяющих взаимодействие внесённых доз с количеством осадков в период возобновления вегетации озимой пшеницы. Как показали расчёты по полученным регрессионным зависимостям, максимум приращения урожайности озимой пшеницы на единицу действующего вещества азотных удобрений для условий ЦОС ВНИИА пропорционален сумме апрельских осадков, определяющих условия увлажнения после возобновления вегетации. Для исследуемого хозяйства повышение окупаемости удобрений прибавкой урожая озимых составляет 0.6-1.5 кг зерна на 1кг азота на каждые 10 мм осадков(рис.3). Таким образом, зная условия увлажненности весеннего периода, можно скорректировать дозу N удобрений на ранних этапах вегетации.

## Выводы

Предлагаемый подход уточняет закономерности формирования урожая зерновых культур для уровня отдельных сельскохозяйственных предприятий, позволяет осуществить прогноз эффективности минеральных удобрений с включением в расчёты погодных показателей и уровня плодородия почвы. Оптимальная доза N удобрений возрастает до 150-210 кг/га в годы с благоприятными погодными условиями, и её ежегодная корректировка требует обязательного учёта степени окультуренности почв.

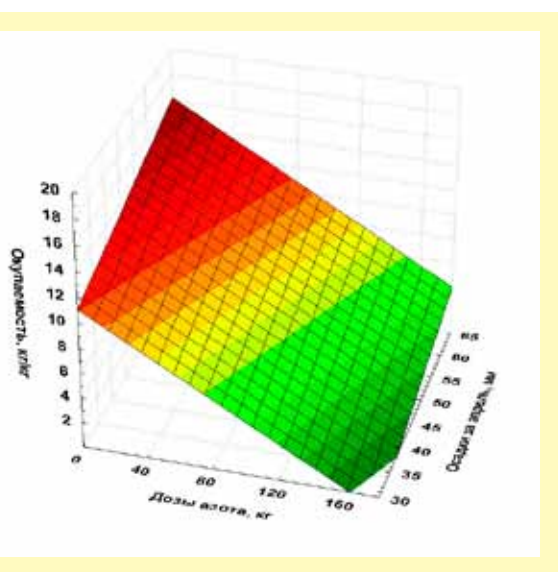
При высокой цене на удобрения и низкой на зерно почвы исследуемого хозяйства могут достичь среднего по области урожая зерна только при возделывании озимой пшеницы на окультуренных почвах. Устойчивое превышение урожайности над среднеобластной в неблагоприятный год при изменении цен на зерно и удобрения достигается также только на окультуренных почвах. Внедрение новых сортов обеспечивает возможность снижения доз N при благоприятном соотношении цен зерно/удобрения и достижение максимальной окупаемости.

*В.А. Романенков, Всероссийский НИИ агрохимии им. Д. Н. Прянишникова, 127550 Москва, ул. Прянишникова, 31а. e-mail: viua@online.ru*

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 07-05-13600, в рамках которого проводилось создание обсуждаемой базы данных и ее анализ.*

## Литература

Биоклиматический потенциал России: теория и практика / А. В. Гордеев [и др.] ; Всерос. науч.-исслед. ин-т с.-х. метеоро-



**Рис. 3.** Изменение окупаемости азотных удобрений под озимую пшеницу в зависимости от суммы апрельских атмосферных осадков и доз азотных удобрений для ЦОС ВНИИА.

логии. - М. : Т-во науч. изданий КМК, 2006. - 508 с.  
Нормативы определения потребности сельского хозяйства в минеральных удобрениях. - М: КМУ ЦИНАО, 1985.- 237 с.  
Литвак Ш.И, Системный подход к агрохимическим исследованиям.- М.: Агропромиздат, 1990. - 220 с.  
Buresh R.J., Witt C. Balancing fertilizer use and profit in Asia's irrigated rice systems // Better Crops. 2008. Vol.92. N 1. P.18-22.

Романенков В.А., Листова М.П., Беличенко М.В., Рухович О.В. Система «Почва-удобрения-погода-урожай» при возделывании озимой пшеницы на дерново-подзолистых почвах ЕТР// Плодородие. 2009. №15 (46). С. 14-17.  
Сиротенко О.Д., Романенков В.А., Павлова В.Н., Листова М.П. Оценка и прогноз эффективности минеральных удобрений в условиях изменяющегося климата // Агрохимия, 2008. № 7. С.26-33.

## Проблема повышения точности диагностики фосфатного состояния почв Украины

Христенко А.А., Иванова С.Е.

*Установлены закономерности влияния свойств почв на точность определения содержания подвижного фосфора по методу на основе раствора гидрокарбоната натрия (Olsen, ISO 11263). Разработан способ повышения точности оценки фосфатного состояния щелочных почв. Точность повышается за счет учета влияния щелочности почв на результат химического анализа и усовершенствования шкалы обеспеченности почв доступным для растений фосфором.*

Как известно, мировое сообщество получило новый вызов под названием “продовольственный кризис”. Важным направлением решения продовольственной проблемы многих стран является рост применения минеральных удобрений. При этом возрастает антропогенная нагрузка на окружающую среду. Проблемой остается и постоянный рост цен на сырье и энергоресурсы, необходимые для производства удобрений. В этих условиях возрастает значение точной диагностики плодородия почв. Для Украины, имеющей 32 млн. га пашни, успешное решение данной задачи чрезвычайно актуально.

В результате исследований, проведенных в ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского», было установлено, что использование ряда химических методов для определения содержания подвижных форм элементов в почвах, часто ведет к большим ошибкам. В частности, ошибка определения содержания доступного для растений фосфора или калия в почвах на основе нормативных документов бывшего СССР может достигать 100-200% и больше. Это связано с тем, что большинство методов основано на использовании растворов сильных кислот, то есть “жестких” методов.

Установлено, что использование кислотных методов на всех легких (песчаных и супесчаных), а также сильнокислых почвах ( $pH_{KCl} < 4.5$ ) разного гранулометрического состава, ведет к искусственному занижению, а на почвах с высоким содержанием апатитов — к искусственному завышению получаемых данных.

Одним из авторов была предложена концепция, рассматривающая фосфатную и калийную системы почв как открытые термодинамические системы. Характерной особенностью данных систем является высокая стабильность основных параметров (Христенко, 2009). Именно теоретические разработки позволили усовершенствовать методическую базу и предложить систему новых нормативных документов. На данное время разработано 8 национальных

стандартов Украины (ДСТУ) и 5 утвержденных проектов ДСТУ.

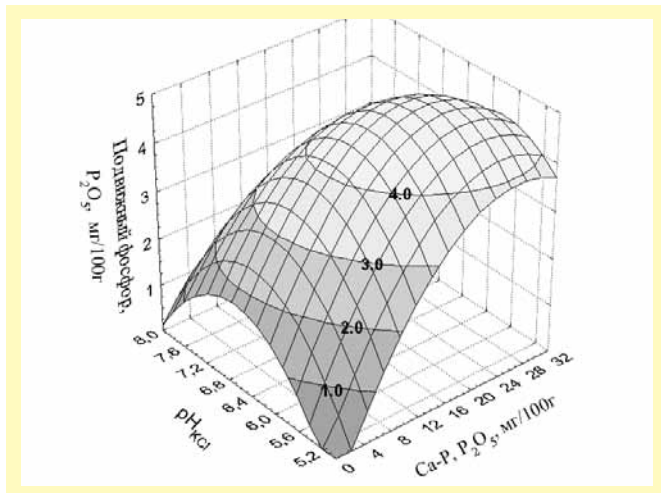
Установлены регионы и типы почв Украины, где применение конкретных химических методов определения подвижных форм азота, фосфора и калия наиболее целесообразно. При этом учитывается возможное влияние химического состава и физических свойств почв на искажение результатов химического анализа. Для отдельных методов разработаны новые группировки обеспеченности почв подвижным фосфором или калием. Данные нормативные документы устанавливают методы определения подвижных соединений азота, фосфора и калия на всех почвах страны.

Использование стандартов, в том числе: ДСТУ ISO 11263 (метод Олсена), ДСТУ 4114 (метод Мачигина), ДСТУ 4115 (метод Чирикова), ДСТУ 4405 (метод Кирсанова), ДСТУ 4729 (метод Карпинского - Замятиной), показывает, что реальный фосфатный уровень экстенсивно используемых пахотных почв находится на границе низких и средних значений обеспеченности, а калийный — в пределах средней обеспеченности.

Это объясняет хорошо известные эмпирические данные о высокой эффективности минеральных удобрений, особенно фосфорных, на всех типах пахотных почв, в том числе черноземах.

Практика использования новых нормативных документов, разработанных для Украины, показала, что только за счет повышения точности диагностики почвенного плодородия, корректировки доз и более рационального распределения удобрений по полям и культурам, их эффективность возрастает в среднем на 30%.

Несовершенство теории и методологии ведет к искажению (завышению или занижению) оценки не только отдельных полей, но и целых регионов. Так, иллюзия богатства черноземов на лессовых породах вызвана тем, что данные почвы содержат повышенное количество апатитов и полевых шпатов. Фосфор



**Рис. 1.** Зависимость определения содержания подвижного фосфора в почвах по Egner-Riehm от величины  $pH_{KCl}$  почвы и содержания апатитов (фракция Ca-P)

или калий, содержащийся в этих минералах, растениям непосредственно не доступен. В то же время, соединения этих элементов частично экстрагируются растворами сильных кислот, в том числе 0.02н HCl (Кирсанов,  $pH$ -1.0) и 0.5 н  $CH_3COOH$  (Чириков,  $pH$ -2.5).

Анализ публикаций показывает, что получение объективной оценки состояния плодородия почв и содержания доступных форм макро- и микроэлементов в почвах является общемировой проблемой.

Недостатки, присущие методам на основе растворов кислот, во многом свойственны всем методам, имеющим значения  $pH$  экстрагента менее 4.5: методы Брея-Куртца 2 ( $pH$ -1.0), Мелиха 1 ( $pH$ -1.2), Аррениуса ( $pH$ -2.0), Мелиха 3 ( $pH$ -2.5), Мелиха 2 ( $pH$ -2.6), Ван Лиеропа (Келауна) —  $pH$ -2.7, Эгнера-Рейма ( $pH$ -3.6), Брея-Куртца 1 ( $pH$ -3.5), Эгнера-Рейма-Доминго ( $pH$ -4.2) и др.

Так, например, нами установлено, что определение фосфора по методу Эгнера-Рейма в почвах с сильнокислой или щелочной реакцией ведет к искусственному занижению данных (рис. 1). Увеличение в почве количества апатитов, наоборот, ведет к искусственному завышению результатов. Содержа-

ние апатитов отражает фракция Ca-P, метод Чанга-Джексона.

Тенденция к «снижению» содержания фосфора на почвах с очень высоким содержанием апатитов, распространенных в степях Украины, объясняется их щелочной реакцией.

Нами использован комплекс методов, базирующийся на разных принципах: химические методы, метод ионообменных смол, биологические методы (опыты с растениями).

Кроме того, проводился статистический анализ материалов автоматизированного информационного банка данных, который содержит результаты анализов свыше 1500 образцов почв.

В результате исследований был сделан вывод о целесообразности широкого использования, так называемых «мягких» методов на основе солевых и слабощелочных экстрагентов.

Сравнительная оценка разных методов, проведенная на протяжении тридцати лет, показала преимущество метода на основе раствора гидрокарбоната натрия (Olsen, 1954), ISO 11263:1994 Soil quality – Determination of phosphorus – Spectrometric determination of phosphorus soluble in sodium hydrogen carbonate solution. В дальнейшем данный метод обозначен как метод Олсена.

Было установлено, что гранулометрический состав и другие свойства почв (содержание апатитов, кислая среда), практически не влияют на результат химического анализа, проведенного по методу Олсена. Коэффициент корреляции был менее 0.33.

При этом содержание фосфора по данным метода Олсена всегда находится в границах низких и средних значений обеспеченности. Это объективная оценка, поскольку такое состояние является наиболее вероятным состоянием фосфатных систем неудобренных пахотных почв как термодинамических систем.

Данные, полученные по методу Олсена, на кислых и нейтральных почвах всегда соответствуют оценке плодородия почв, полученной с помощью других «мягких» методов. Адекватность оценки фосфатного состояния подтверждена и биологическими методами.

Это видно на примере данных микрополевого опыта (табл. 2).

Диапазон успешного использования метода Олсена очень широк: от кислых дерново-подзолистых и буроземных почв до черноземов южных и темно-каштановых почв. То есть, метод Олсена универсален, и его можно использовать практически на всех почвах

**Таблица 1.** Содержание подвижного фосфора в почвах по данным кислотного и щелочного методов в зависимости от  $pH$  почвы и содержания апатитов

Почва	Содержание частиц почвы <0.01мм, %	$pH_{KCl}$	Содержание $P_2O_5$ , мг/кг		
			Чанг-Джексон, фракция Ca-P	Чириков $pH$ -2.5	Олсен, $pH$ -8.5
Дерново-подзолистая	9	4.5	34	34.0	19.6
Дерново-подзолистая	18	4.9	75	35.0	19.8
Бурозем оподзоленный	32	3.8	45	1.9	20.7
Темно-серая оподзоленная	48	3.8	104	2.1	20.9
Чернозем оподзоленный	32	5.4	118	10.0	19.8
Чернозем типичный	56	6.8	201	79.9	19.5
Чернозем типичный	54	6.7	244	80.0	20.0
Чернозем обыкновенный	48	6.0	273	132.0	25.2
Чернозем обыкновенный	55	6.4	297	161.0	25.6
Чернозем типичный	60	6.9	326	170.1	24.5
Черноземно-луговая	27	6.6	806	345.1	30.3

**Таблица 2.** Оценка обеспеченности почв фосфором по данным химических и биологического методов

Почва	Вариант опыта	Содержание $P_2O_5$ , мг/кг			Содержание $P_2O_5$ в фитомассе овса, %
		Ионообменная хроматография	Олсен	Карпинский-Замятина (ДСТУ 4729)	
Чернозем типичный	Контроль	20.0	19.1	0.31	0.52±0.09
	$P_{1200}^*$	58.9	52.9	1.75	0.70±0.09
Чернозем типичный	Контроль	31.0	24.0	0.44	0.58±0.11
	$N_{400}P_{400}K_{480}^{**}$	119.1	124.9	5.84	0.81±0.11

\* разовое внесение  
\*\*за каждую ротацию севооборота

Украины.

Это важная информация, поскольку сфера использования метода Чирикова в Украине существенно сокращена. Согласно ДСТУ 4115 данный метод можно использовать только для диагностики почв оподзоленного ряда.

Национальный стандарт Украины ДСТУ ISO 11263-2001 является идентичным международному стандарту ISO 11263. Один из авторов статьи участвовал в разработке данного гармонизированного нормативного документа, поэтому считает своим долгом отметить и недостатки метода Олсена.

Во-первых, существует необходимость в обезцвечивании вытяжки. Стандартом предусмотрено использование активированного угля. В последних модификациях метода для этого в состав экстрагента включают ЭДТА и флокулянт Superfloc 127.

Во-вторых, анализ материалов банка данных выявил наличие парадокса. Метод предназначен, прежде всего, для анализа щелочных почв. Вместе с тем оказалось, что его использование для анализа этих почв может вести к искусственному занижению оценки их обеспеченности фосфором. Причем, чем выше щелочность почвы, тем ниже получаемый результат (рис. 2). Иногда создается впечатление “исчезновения” доступного для растений фосфора. По этой причине сложилось мнение, что щелочные почвы плохо обеспечены доступным для растений фосфором.

Параллельное использование солевых методов (Карпинский-Замятина, 0.03н  $K_2SO_4$ , рН-5.8; Скофилд) показывает, что реального снижения содержа-

ния доступного для растений фосфора в щелочных почвах не происходит. То есть, “исчезновение” фосфора является иллюзией, вызванной недостатком метода. Проблема в том, что щелочной экстрагент в щелочной среде теряет экстрагирующую силу, что и приводит к искусственному занижению получаемых данных.

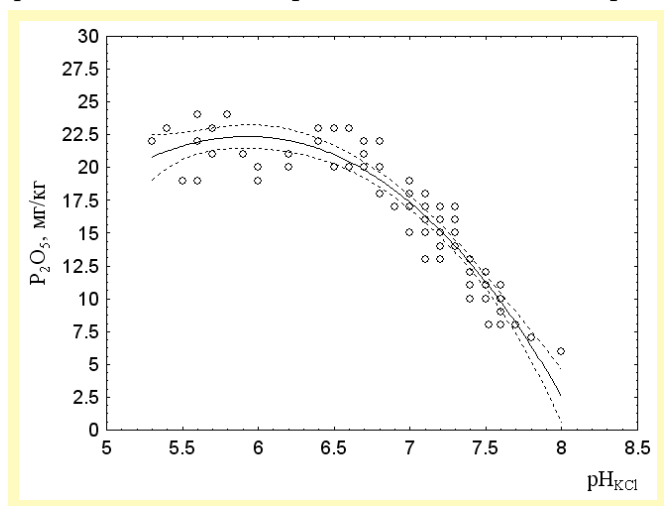
Максимальное искусственное занижение составляет около 18 мг  $P_2O_5$ /кг. Много это или мало, видно из экспертного расчета. Для повышения содержания фосфора на эту величину необходимо внести на тяжелых почвах не менее 600 кг  $P_2O_5$ /га. При условии, что это разовая (единовременная) доза внесения, а анализ почвы проведен не позже одного года после внесения.

Высокие требования нормативных документов (ISO 11263:1994 и ДСТУ ISO 11263-2001) к точности проведения анализа и получения точных данных обесцениваются отсутствием официальных группировок обеспеченности почв доступным для растений фосфором. Без корректно разработанной группировки почв невозможно объективно оценить их фосфатное состояние.

Имеющаяся в литературе информация существенно различается между собой (табл. 3).

Кроме того, исследования, проведенные в ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского» показали, что оценка плодородия почв по методу Олсена при использовании обеих систем оценки обеспеченности фосфором, как правило, не совсем совпадает с оценкой, полученной по данным других щелочных и солевых методов.

Нами усовершенствованы группировки обеспеченности почв фосфором по методу Олсена. Теперь оценка обеспеченности почв фосфором по данному методу полностью совпадает с оценкой других “мягких” химических методов (Мачигин, рН 9.0; Чанг-



**Рис. 2.** Зависимость определения содержания подвижного фосфора по Олсену от величины  $pH_{KCl}$  почвы

**Таблица 3.** Группировки обеспеченности почв подвижным фосфором по методу Олсена,  $P_2O_5$ , мг/кг

Группа обеспеченности фосфором	Источник		Предлагаемая группа
	Янишеский, 1996	Агрохимические методы исследования почв, 1975	
Низкая	< 11	< 25	< 18
Средняя	11-23	25-50	19-34
Повышенная	23-41	50-90	35-50
Высокая	> 41	> 90	51-66
Очень высокая	-	-	> 67



Джексон, фракция Al-P - рН 8.5; Карпинский-Замятина, рН 5.8).

Кроме того, добавлена группа “очень высокая” обеспеченность фосфором. Это позволит более рационально использовать имеющиеся ресурсы. Оптимальное содержание доступного для растений фосфора для получения высоких стабильных урожаев лежит в границах группы «высокой» обеспеченности. Повышение содержания подвижного фосфора в почвах сверх оптимального уровня ведет к резкому снижению отзывчивости растений на внесение фосфорных удобрений.

Разработаны математические модели и соответствующая компьютерная программа, позволяющие установить реальную обеспеченность щелочных почв подвижным фосфором в зависимости от значений  $pH_{KCl}$  или  $pH_{H_2O}$ . Получен патент на полезную модель (Патент, 2009).

Использование данных математических моделей или программы, а также усовершенствованной шкалы обеспеченности почв фосфором, позволяет оптимизировать системы удобрений и, соответственно, затраты на гектар удобренной площади. Например, установив, что фосфатный уровень почвы соответствует не 5 мг  $P_2O_5$ /кг (низкая обеспеченность фосфором), а 25 мг  $P_2O_5$ /кг почвы (средняя обеспеченность фосфором), фермер, на основе имеющихся рекомендаций, может существенно снизить дозу вносимого удобрения, не опасаясь снижения урожая культур.

Внесение высоких доз фосфорных удобрений на почвах, имеющих высокую щелочность, так же нецелесообразно по следующей причине: высокая щелочность ( $pH_{KCl}$  - 8.0 или  $pH_{H_2O}$  - 8.5 и более) часто вызывается не только наличием карбонатов кальция, но и дополнительным присутствием соды. Последнее соединение довольно токсично и может негативно влиять на рост и развитие многих сельскохозяйственных культур, что резко снижает эффективность применяемых удобрений.

## Фосфор: механизмы потерь из почвы и способы их снижения

Иванова С.Е., Логинова И.В., Тиндалл Т.

В современном растениеводстве управленческие усилия больше не ограничиваются стремлением к достижению высоких урожаев или улучшению качества получаемой сельскохозяйственной продукции. Они направлены также на предупреждение возможного негативного воздействия на окружающую среду и повышение рентабельности сельскохозяйственного производства.

По оценкам экспертов, 30–40% производственных затрат в растениеводстве связано с покупкой и применением промышленных удобрений, имеющих ключевое значение для обеспечения продовольствием всего человечества, численность которого продолжает расти, и по прогнозу FAO к 2050 году до-

стигнет 9.2 миллиардов человек. Для обеспечения возрастающего населения пищей, производство продовольствия в мире должно как минимум удвоиться (FAO, 2009). Возможности для увеличения площадей пахотных земель сильно ограничены. И в такой ситуации удобрения выступают ключевым элементом в технологии выращивания культур, обеспечивая необходимое повышение продуктивности при сохранении площади пахотных земель на том же уровне. Многие участники мирового рынка продовольствия также признают наличие прямой зависимости между глобальной продовольственной безопасностью и доступностью минеральных удобрений.

Христенко А.А. - кандидат. с.-х. наук ведущий научный сотрудник отдела агрохимии, Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского». Харьков, Украина; e-mail: khristenko.an@mail.ru

Иванова С.Е.- кандидат биологических наук, вице-президент Международного Института Питания Растений по Восточной Европе, Центральной Азии и Ближнему Востоку. e-mail: sivanova@ipni.net

## Литература

- Христенко А.А. Подвижность “подвижных” элементов питания растений в почвах // Вестник аграрной науки. - 2009 г. - № 8. - С.16-20.
- Olsen, R., Cole, C.V., Watanabe, F.S. and Dean, L.A. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate (1954), U.S. Dept of Agric. Cir.939.
- Янишевский П.Ф. Химическая оценка фосфатного состояния почв // Агрохимия. - 1996. - № 4. - С.95-116.
- Методы определения фосфора в почве // Агрохимические методы исследования почв / Под ред. А.В. Соколова. 5-е изд. доп. и перераб. - М.: Наука, 1975. - С.106-190.
- ПАТЕНТ на полезную модель № 41725 Украина, МПК (2009) G01N 33/24 Способ корректировки точности оценки фосфатного состояния почв по методу Олсен (на основе гидрокарбоната натрия) / Христенко А.А., Бюл. №11. - 6 с.

ли мы, как ответственное сообщество, занимающееся сельскохозяйственным производством и озабоченное сохранением плодородия почв и окружающей среды, совершенствовать производство удобрений, повышая эффективность использования питательных веществ сельскохозяйственными растениями.

В продуктивных почвах одновременно протекающие биологические и химические процессы понижают эффективность фосфорных удобрений: коэффициент использования фосфора из удобрений составляет в среднем 15-25% от внесенной нормы. В настоящей работе рассматриваются некоторые из этих проблем и обосновывается необходимость совершенствования технологии удобрения почв путем применения удобрений с повышенной эффективностью.

Фосфор необходим для роста и развития всех сельскохозяйственных культур. В растениях фосфор входит в состав нуклеиновых кислот, фосфолипидов и целого ряда коферментов. Поэтому достаточная обеспеченность растений этим элементом необходима для нормального протекания процессов фотосинтеза, дыхания, аккумуляции и переноса энергии, деления и роста клеток. В частности, фосфор ускоряет созревание растений, что может значительно повышать эффективность использования воды. Для нормального развития сельскохозяйственные растения должны получать достаточное количество фосфора, внесенного в нужное время и в надлежащей форме, чтобы завершить свой продукционный цикл без снижения урожайности.

Так как цены на фосфорные удобрения, по-видимому, продолжат расти в среднесрочной перспективе, повышение эффективности фосфорных удобрений является решающим фактором для увеличения урожайности сельскохозяйственных культур, сохранения рентабельности и рационального использования природных ресурсов. Если мы сможем увеличить поступление фосфора из удобрений в растения и снизить его потери из почвы, то эффективность фосфорных удобрений значительно возрастет (рис. 1).

Фосфор находится в почве как в органической, так и в неорганической форме и поглощается растениями из почвенного раствора. Фосфор усваивается растениями в виде аниона фосфорной кислоты, главным образом, в виде дигидрофосфата ( $H_2PO_4^-$ ).

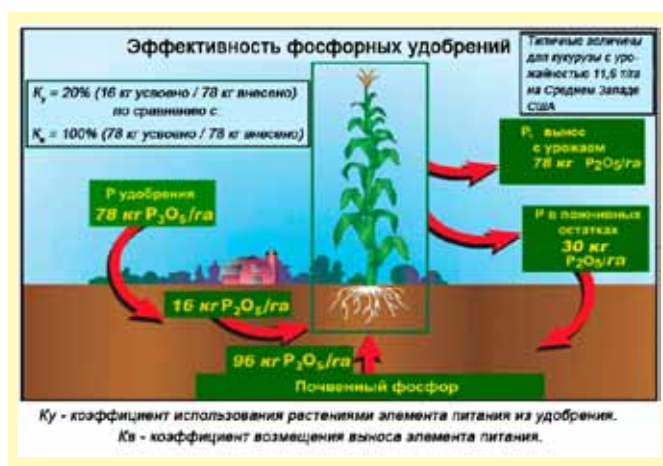


Рис. 1. Эффективность фосфорного удобрения в почвах (Fixen, 2010)

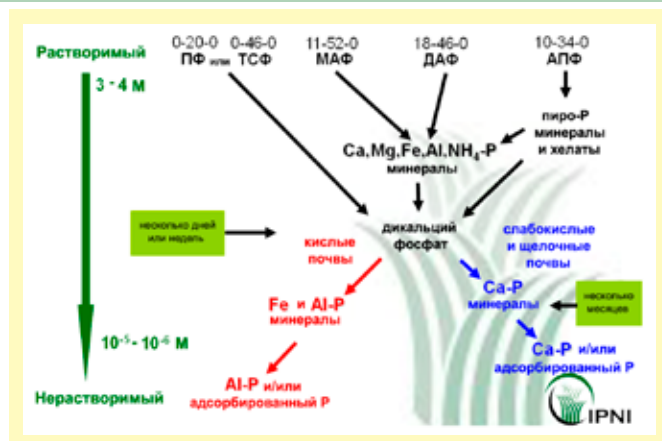


Рис. 2. Трансформация фосфорных удобрений и образовавшихся труднорастворимых соединений (Fixen, 1992).

Условные обозначения: ПФ – простой суперфосфат  
 ТСФ – двойной суперфосфат  
 МАФ – моноаммонийфосфат (аммофос)  
 ДАФ – диаммонийфосфат (диаммофос)  
 АПФ – полифосфат аммония

Гидрофосфат ( $HPO_4^{2-}$ ) также усваивается растениями, но в меньшей степени. Это связано с тем, что в условиях слабокислой реакции среды, характерной для большинства основных плодородных почв (рН почвенного раствора колеблется от 5 (дерново-подзолистые почвы) до 7 (черноземы)), растения имеют в своем распоряжении главным образом дигидрофосфат, значительно преобладающий над гидрофосфатом. В результате минерализации органического вещества почвы фосфор, содержащийся в природных органических соединениях, органических удобрениях и компостах, переходит в легкоусвояемые растениями минеральные соединения.

Рассмотрим основные факторы, оказывающие негативное влияние на эффективность фосфорных удобрений. Прежде всего, иммобилизация или осаждение водорастворимых солей фосфорной кислоты из удобрений, то есть химическое связывание фосфатов почвами, снижает концентрацию минеральных соединений фосфора в почвенном растворе. Кроме того, потери фосфора из почвы могут быть связаны с эрозией почвы. На некоторых полях фосфор вымывается поверхностным и почвенным стоком вместе с почвенным раствором, что часто является причиной эвтрофикации водоемов. Снижение этих потерь является частью рационального природопользования, которое должно признаваться и осуществляться каждым руководителем, исследователем и сельхозпроизводителем.

Среди всех рассматриваемых факторов, наибольшее снижение эффективности фосфорных удобрений связано с химическим связыванием фосфатов катионами-антагонистами. Водорастворимые соли фосфорной кислоты, попадая в почвы с удобрениями, через некоторое время в слабокислых и слабощелочных условиях в результате химического связывания с кальцием (Ca) и магнием (Mg) превращаются в двузамещенные фосфаты – дикальций фосфат ( $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$ ) и димагний фосфат ( $MgHPO_4$ ), а в кислой среде в результате взаимодействия с оксидами алюминия и железа – в малорастворимые фосфа-

**Таблица 1.** Эффективность минеральных удобрений, содержащих аммофос без обработки полимером AVAIL® и с данным препаратом.

Вариант опыта	Пшеница яровая	Картофель столовый	Лук репчатый	Свекла столовая	Капуста белокочанная
	т/га				
Контроль	2.81	25.9	18.1	33.8	10.2
NPK	3.69	49.3	27.1	51.0	13.0
NPK (МАФ+Avail)	4.01	58.8	29.0	55.0	15.8
HCP <sub>05</sub> , т/га	0.30	4.9	1.5	3.9	2.9

ты Al и Fe ( $AlPO_4$ ,  $Al(OH)_3PO_4$ ,  $FePO_4$ ,  $Fe_2(OH)_3PO_4$  и др.). Хотя считается, что максимальная доступность фосфора для растений достигается при значениях pH, близких к нейтральному (от 5.5 до 7.5), и в этом диапазоне значений pH происходит фиксация фосфатов почвы. По некоторым оценкам, более тридцати комбинаций фосфатов участвуют в процессе фиксации фосфора. Химическая фиксация фосфатов, поступивших из внесенных удобрений, удерживает эффективность применяемых фосфорных удобрений на относительно низком уровне и увеличивает издержки сельскохозяйственного производства. Эффективность использования фосфора из удобрений растениями в первый год применения оценивается в пределах 5–25% от внесенного количества. Для того, чтобы снизить себестоимость сельскохозяйственной продукции и не допустить эвтрофикацию водных объектов, эффективность использования фосфорных удобрений необходимо повышать (рис. 2).

Исследования показали, что такие агротехнические приемы как ленточное внесение удобрений или технологии прямого посева с одновременным внесением удобрений, а также использование высокоэффективных азотных и фосфорных удобрений, могут повысить урожай и эффективность использования питательных элементов во многих системах земледелия. Большая часть этих приемов была изучена в течение многих лет, и было показано, что данные приемы также могут увеличивать эффективность и фосфорных удобрений.

Исследования в этом направлении будут продолжаться, но уже показано, что именно улучшение химического состава удобрений оказывает влияние на реакционную способность труднорастворимых соединений, которые образуются в непосредственном окружении гранул фосфата или в пределах ленты внесенного удобрения. Одним из таких препаратов является продукт, который продается под брендом AVAIL®<sup>1</sup>.

AVAIL® — это органический комплекс, содержащий сополимеры малеиновой и итаконовой кислот, а также запатентованные производные дикарбоновых кислот. Он разработан для того, чтобы связать катионы-антагонисты (Al, Fe, Ca, Mg и др.) в почве вокруг гранулы удобрения и тем самым уменьшить химическое связывание фосфора и сохранить его в форме, доступной для растений, в течение большей части вегетационного периода однолетних сельскохозяйственных культур. AVAIL® поставляется по всему миру фирмой Specialty Fertilizer Products. По

информации компании-производителя, результаты испытаний продукта AVAIL®, проведенные третьей стороной, включая данные, полученные в университетах и государственных учреждениях, а также демонстрационные опыты на полях фермеров, показали стабильное повышение эффективности использования фосфора из удобрений, которое может быть оценено следующими показателями: рост урожайности, улучшение качества продукции, повышение концентрации фосфора в тканях растений и увеличение его доступности растениям в течение вегетационного периода. Полимер AVAIL® используется для пропитывания сухих гранулированных фосфорных удобрений или включения в состав жидких препаратов, таких как полифосфаты аммония или растворы, содержащие ортофосфаты, которые могут использоваться в качестве стартовых (припосевных) удобрений. Полученные данные также показывают применимость AVAIL® для фертигации (внесения удобрений в системах капельного орошения) (Tindall, 2011).

В 2009-2010 годах в Украине кафедрой агрохимии и качества продукции растениеводства Национального университета биоресурсов и природопользования Украины проводились опыты по изучению эффективности AVAIL® при обработке им аммофоса. Полученные результаты показали, что добавление препарата AVAIL® повышает эффективность применения фосфорных удобрений.

Полевые испытания были проведены на опытной станции (Бориспольский район, Киевская область) в овощном севообороте (пшеница яровая, картофель столовый, свекла столовая, лук репчатый, капуста белокочанная) в условиях орошения на темно-серой оподзоленной легкосуглинистой почве, характеризующейся низким для овощных культур и средним – для пшеницы содержанием подвижного фосфора (156 мг/кг  $P_2O_5$ , определенного по методу Кирсанова).

Общая схема опыта для всех культур включала варианты: 1) Без удобрений (контроль); 2) NPK; 3) NPK (МАФ + AVAIL). Во втором варианте использовали минеральные удобрения в виде аммофоса, аммиачной селитры и калия хлористого (для пшеницы) или сульфата калия (для овощных культур). В варианте 3 обычный аммофос был заменен на аммофос с добавлением AVAIL®. Под пшеницу яровую дозы удобрения составили 50 кг N/га, 80 кг  $P_2O_5$ /га и 80 кг  $K_2O$ /га, внесенных в основное внесение, и 50 кг N/га - в подкормку в фазе кущения. Под картофель столовый вносили в основное удобрение 85 кг N/га, 100 кг  $P_2O_5$ /га и 180 кг  $K_2O$ /га, в подкормку перед гребнеобразованием – 55 кг N/га. Лук репчатый удобряли в основное внесение 70 кг N/га, 90 кг  $P_2O_5$ /га и 120 кг

<sup>1</sup>Упоминание данного продукта не означает его продвижения на стоящей публикации.

$K_2O$ /га, в подкормку – 30 кг N/га в фазу 3-6 листков. Под свеклу столовую вносили в основное удобрение 90 кг N/га, 80 кг  $P_2O_5$ /га и 120 кг  $K_2O$ /га; под капусту белокочанную – 90 кг N/га, 100 кг  $P_2O_5$ /га и 160 кг  $K_2O$ /га и 30 кг N/га в подкормку в фазу 4-6 листков.

В данном исследовании контрольный вариант без удобрений сравнивался с вариантами, в которых вносились минеральные удобрения, содержащие аммофос без обработки полимером AVAIL® и с данным препаратом (табл. 1). Результаты настоящего исследования показали, что обработка аммофоса препаратом AVAIL® повышает эффективность применения фосфорных удобрений для всех изученных культур. Применение минеральных удобрений повышало урожайность яровой пшеницы на 0.88, картофеля на 23.4, репчатого лука на 9.0, столовой свеклы на 17.2, а капусты белокочанной на 2.8 т/га по сравнению с контролем. Обработка аммофоса полимером AVAIL® повысила урожай зерна пшеницы яровой еще на 0.32, картофеля столового на 9.5, лука репчатого на 1.9, свеклы столовой на 4.0, а капусты белокочанной на 2.8 т/га.

Наряду с повышением урожайности было достигнуто и улучшение качества полученной продукции при использовании продукта AVAIL® в составе аммофоса. Так, была отмечена тенденция к повышению содержания витамина С и снижению содержания нитратов в клубнях картофеля.

Таким образом, обработка фосфорных удобрений полимерами – один из перспективных путей повышения эффективности фосфорных удобрений. Препарат AVAIL® позволяет ослабить процессы связывания фосфора в почвах, повышая при этом коэффициент его использования растениями, что делает применение данного полимера экономически и экологически обоснованным приемом в технологии выращивания сельскохозяйственных культур.

Иванова С.Е.- кандидат биологических наук, вице-президент Международного Института Питания Растений по Восточной Европе, Центральной Азии и Ближнему Востоку. e-mail: sivanova@iprni.net.

Логинова И.В. – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии и качества продукции растениеводства Национального университета биоресурсов и природопользования Украины. e-mail: pristash@mail.ru

Тиндалл Т. - главный агроном J.R. Simplot Company. e-mail: terry.tindall@simplot.com

Авторы выражают благодарность сотрудникам Национального Университета Биоресурсов и Природопользования Украины: доктору сельскохозяйственных наук, профессору Быкину А.В. за координацию исследований, а также Быкину Н.Н., Суворовой Н., Тарасенко А., Гордиенко С. и Голембовскому А. за помощь в их проведении.

## Литература:

- The state and food and agriculture*, FAO, 2009.
- Fixen P. P. *Efficiency and Effectiveness in Cropping Systems of the U.S. Symposium: Optimizing the Efficiency of P Fertilizer Use to Conserve an Essential and Limited Global Resource*, November 2, 2010
- Fixen P. *Optimum Phosphate Fertilizer Products and Practices for Temperate-Climate Agriculture. Proceedings of an International Workshop Phosphate Fertilizers and the Environment*, March 23-27, 1992
- Tindall T. and Mooso G. *Nitrogen and phosphorus mechanisms of loss from the soil system and effects to slow those losses and increase plant availability. Proceedings of the Western Nutrient Management Conference Vol. 9 Reno Nevada March 3-4, 2011.*
- Soil Fertility Manual*, IPNI, 2006.

# Состав стартовых удобрений и способы их внесения при возделывании кукурузы по ресурсосберегающим технологиям

У.Б. Гордон

Для оценки четырех способов внесения стартового удобрения (в рядки с семенами, 5x5, 5x0 и лентами шириной 20 см с рядками семян по центру) были проведены полевые опыты на Канзасской северо-центральной опытной станции. Дозы стартового (припосевного) удобрения по азоту составили 5.6, 16.8, 33.6, 50.4 и 67.2 кг N/га, а по фосфору и калию – 16.8 кг  $P_2O_5$ /га и 5.6 кг  $K_2O$ /га. Был также и контрольный вариант без стартового удобрения. Стартовое удобрение, внесенное в рядки вместе с семенами, снижало густоту стояния растений и урожай зерна. Струйное внесение стартового удобрения узкими лентами по поверхности почвы (5x0) по эффективности было приблизительно равным способу внесения 5x5. Увеличение стартовой дозы азота вплоть до 33.6 кг/га стабильно повышало поглощение P растениями и урожай зерна. Была также проведена оценка применения дикарбоксильного сополимерного продукта в стартовом удобрении, которая показала положительное влияние данного препарата на эффективность P-удобрений и, соответственно, на урожай зерна кукурузы.

В центральной части Великих равнин растет число сельхозпроизводителей, применяющих ресурсосберегающие системы обработки почвы, поскольку данные

системы имеют ряд преимуществ. Это и снижение эрозионных потерь почвы, и повышение эффективности использования почвенной влаги, а также

**Таблица 1.** Влияние состава и способа внесения стартового удобрения на густоту стояния растений в среднем за 3 года.

Стартовая доза N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O, кг/га	В рядки с семенами	5x5	5x0	Лентами по заделанным рядкам	----- Растений/га -----				
5.6 - 16.8 - 5.6	62 227	77 200	76 963	77 200					
16.8 - 16.8 - 5.6	57 141	75 874	78 160	77 906					
33.6 - 16.8 - 5.6	57 548	77 200	75 289	75 528					
50.4 - 16.8 - 5.6	52 664	76 484	75 042	75 289					
67.2 - 16.8 - 5.6	50 299	75 770	75 588	74 810					
В среднем	55 975	76 506	76 207	76 146					

**Таблица 2.** Влияние состава и способа внесения стартового удобрения на урожай зерна кукурузы в среднем за 3 года.

Стартовая доза N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O, кг/га	В рядки с семенами	5x5	5x0	Лентами по заделанным рядкам	----- т/га -----				
5.6 - 16.8 - 5.6	10.78	12.16	11.91	11.22					
16.8 - 16.8 - 5.6	11.10	12.35	12.41	11.29					
33.6 - 16.8 - 5.6	10.91	13.54	13.29	12.04					
50.4 - 16.8 - 5.6	10.72	13.48	13.36	12.23					
67.2 - 16.8 - 5.6	10.22	13.42	13.36	12.60					
В среднем	10.72	12.98	12.85	11.85					

улучшение качественных показателей почвы. Однако большое количество растительных остатков, которое остается на поверхности в системах с минимальной обработкой почвы, понижает температуру в зоне семян, что может замедлять рост корней и снижать поглощение элементов питания растениями.

Доказано, что применение стартового (припосевного) удобрения усиливает поглощение элементов питания растениями, причем даже на почвах, которые обеспечены доступными формами элементов питания растений выше низкого уровня. Многие сельхозпроизводители выигрывают, внося удобрения вместе с семенами (в одну борозду) или применяя поверхностное внесение стартового удобрения (в жидком виде), по причине низкой стоимости первоначальных затрат на навесное оборудование и проблем, возникающих с системами ножей и сошников при большом количестве растительных остатков. Было давно доказано, что размещение избыточного количества азотных и/или калийных удобрений в контакте с семенами может повредить проросткам. Однако поверхностное внесение стартового удобрения является альтернативным способом, который широко не исследовался и не сравнивался с внутрипочвенным внесением. Кроме того, на рынке недавно появился новый класс полимеров с длинной цепью и высокой емкостью катионного обмена, которые, судя по всему, способны усиливать действие P-удобрений. Данный продукт продается под брендом AVAIL<sup>®</sup>. Целью данного исследования являлось установление отзывчивости кукурузы на различные комбинации жидких стартовых удобрений при использовании четырех способов их внесения, а также оценка эффективности применения препарата AVAIL<sup>®</sup> в составе стартового удобрения.

Опыты были проведены на Канзасской североцентральной опытной станции (North Central Kansas Experiment Field) с минимальной обработкой почвы в условиях орошения на пылевато-суглинистой почве серии Крит (Crete) {мелкокомковатый, смектитовый, умеренно-увлажненный Pachic Argiustoll}. Содержание доступного для растений P в почве было ближе к верхней границе средней обеспеченности, а содержание обменного K было высоким. Содержа-

ние гумуса в почве составило 2.5%, а рН<sub>H2O</sub> был равен 7.0.

Изучалось четыре способа внесения стартового удобрения: в рядки с семенами; на 5 см сбоку и на 5 см ниже семян при посеве (5x5); струйное внесение узкой лентой по поверхности почвы на 5 см сбоку ряда при посеве (5x0) и внесение лентой шириной 20 см по поверхности почвы с рядом семян по центру ленты. Стартовое удобрение было приготовлено таким образом, чтобы стартовые дозы азота составили 5.6, 16.8, 33.6, 50.4 и 67.2 кг N/га, а фосфора и калия – 16.8 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/га и 5.6 кг K<sub>2</sub>O/га. На всех вариантах, независимо от стартовой дозы азота, было внесено 246 кг N/га, и выравнивание до данной полной дозы азота проводилось за счет внесения раствора КАС (28% N). Стартовое удобрение было приготовлено на основе ЖКУ марки 10-34-0, раствора КАС (28% N) и KCl (хлористого калия). Дополнительно проводилось изучение эффективности применения стартового удобрения с добавлением препарата AVAIL<sup>®</sup>.

При внесении стартового удобрения в дозах по азоту и калию 5.6 кг N/га и 5.6 кг K<sub>2</sub>O/га в рядки с семенами густота стояния растений снизилась более чем на 14 900 растений/га (табл. 1). С увеличением дозы азота густота стояния растений снижалась еще больше. Средняя по всем стартовым дозам урожайность кукурузы при внесении стартового удобрения в рядки с семенами была на 2.26 т/га ниже по сравнению со способом внесения 5x5 (табл. 2).

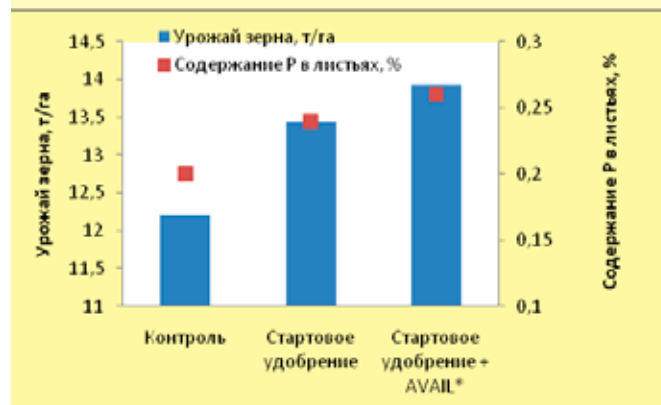
Между струйным внесением стартового удобрения способом 5x0 и традиционным ленточным внесением способом 5x5 не было статистически значимых различий. Поверхностное ленточное внесение легче выполнимо и дешевле по сравнению с ленточным внесением способом 5x5. При внесении удобрений лентой шириной 20 см по заделанному ряду семян урожай зерна был выше, чем при внесении в рядки с семенами, но ниже, чем при способах внесения 5x5 или 5x0. При широкой ленте внесение удобрений было слишком рассеянным и не позволяло полностью использовать все преимущества стартового применения удобрений. Вне зависимости от того, каким из двух способов вносилось стартовое удобрение – 5x5 или 5x0, урожай зерна повышался с увеличением стартовой дозы азота вплоть до 33.6 кг N/га. Содержание P в растениях также повышалось с увеличением дозы азота вплоть до 33.6 кг N/га (рис. 1).

<sup>1</sup>Упоминание данного продукта не означает его продвижения Университетом штата Канзас или настоящей публикацией.



**Рис. 1.** Влияние стартовых доз N на поглощение P растениями в фазу 6-ти листьев (на фоне P и K, внесенных в дозах 16,8 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/га и 5,6 кг K<sub>2</sub>O/га) в среднем за 3 года.

Результаты настоящего исследования показали, что добавление препарата AVAIL® повышает эффективность применения P-удобрений. В данной работе контрольный вариант без стартового удобрения сравнивался с вариантами, в которых жидкое стартовое удобрение, содержащее N и P, вносилось без препарата AVAIL® и с данным препаратом. Применение стартового удобрения повышало урожай зерна кукурузы на 1,19 т/га по сравнению с контролем (рис. 2). Добавление полимера AVAIL® в стартовое удобрение повысило урожай зерна еще на 0,56 т/га. Содержание P в листьях, в пазухах которых развиваются початки, было выше на делянках, получавших стартовое удоб-



**Рис. 1.** Влияние применения стартового удобрения совместно с AVAIL® на урожай зерна кукурузы и содержание P в листьях, в пазухах которых развиваются початки, в среднем за 3 года.

рение с полимером, по сравнению с контрольными делянками или делянками, получавшими стартовое удобрение без полимера. Это свидетельствует о том, что применение препарата AVAIL® способствует увеличению поглощения P растениями и, в конечном итоге, получению более высокого урожая зерна.

*Д-р Гордон – исследователь кафедры агрономии Университета штата Канзас, г. Коуртленд, штат Канзас (США); e-mail: bgordon@ksu.edu.*

*Перевод с английского и адаптация: В.В. Носов. Редакция: С.Е. Иванова*

## Обзор научных публикаций:

*В этом разделе приводится краткий обзор наиболее интересных, на наш взгляд, публикаций в отечественных научных изданиях*

### Внутрипольная вариабельность элементов питания в почвах и ее влияние на урожайность озимых зерновых культур

*Шафран С.А., Леонова Е.В., Пупынин В.М., 2011. Агротехника, 2: 15-23.*

Изучено пространственное варьирование содержания минерального азота, подвижных форм фосфора и калия внутри полей на наиболее типичных почвах трех крупных сельскохозяйственных регионов: дерново-подзолистых и серых лесных почвах Нечерноземной зоны, черноземах выщелоченных Среднего Поволжья и черноземах типичных Северного Кавказа. Оценку внутрипольной вариабельности проводили по материалам сплошного и локального агрохимического обследования пахотных земель сельскохозяйственных предприятий и научно-исследовательских учреждений. При локальном обследовании выбирали типичные для зоны поля, на которых возделывали рожь или озимую пшеницу.

Показано, что наибольшей вариабельностью содержания N, P и K отличаются дерново-подзолистые почвы, где подавляющее большинство полей (78-93%) характеризовались двумя и более уровнями обеспеченности почвы элементами питания, с коэффициентом вариации 22-99% для подвижного фосфора, 12-64% для подвижного калия, 32-69% для минерального азота.

Внутрипольная вариабельность на черноземах (выщелоченном и типичном) проявлялась в меньшей степени. Поля, расположенные на черноземе выщелоченном принадлежали преимущественно к одной группе по обеспеченности фосфором и калием (14 из 17, на остальных отмечены 2 группы обеспеченности), при этом обеспеченность полей минеральным азотом была весьма неоднородна, коэффициент вариации составил 24-52%. В черноземе типичном пространственная неоднородность была выражена сильнее, чем в выщелоченном, значительное (до трети) количество полей характеризовалось более чем двумя уровнями обеспеченности подвижными формами калия и фосфора. Коэффициенты

вариации содержания подвижных фосфора и калия составили 20-25 и 8-12% соответственно.

Обнаружена значительная неоднородность урожайности и качества продукции на участках поля с различающимися агрохимическими показателями – коэффициент вариации урожайности озимых культур составил 21-29% на дерново-подзолистых почвах, а на черноземе типичном – 10-36%. Качество урожая (содержание белка, клейковины, общего азота) в наибольшей степени зависело от содержания минерального и нитратного азота и в меньшей степени – от содержания подвижных калия и фосфора.

### Агрофизические исследования почвы для технологий точного земледелия: постановка задачи и метод

*Баденко В.Л., Терлеев В.В., Латышев Н.К., Крылова И.Ю., Муравьева Л.С., 2011. Плодородие 1: 29-31.*

Предложен метод поэтапного определения агрофизических показателей с предварительной оценкой имеющихся данных и проведением минимального достаточного количества полевых и лабораторных исследований для получения требуемой дискретности данных по площади поля и профилю почвы. Данный метод позволяет пересчитывать агрофизические показатели, занесенные на соответствующие тематические слои базы данных в среде геоинформационных систем, в требуемые по технологиям точного земледелия характеристики для любой заданной точки поля. Если данные прямых измерений недоступны, оценка показателей осуществляется с помощью педотрансферных функций и разработанного авторами оригинального приема.

### Эффективность прямого действия и последействия длительного применения удобрений на серой лесной почве.

*Никитишин В.И., Личко В.И., 2011. Агрохимия, 1: 11-19.*

В стационарном полевом и вегетационном опытах на серой лесной среднесуглинистой почве изучалась степень потребления растениями фосфора и азота в прямом действии и последействии минеральных удобрений и оценивалось их влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур. В полевом опыте после 2-х ротаций 9-польного севооборота ( викоовсяная смесь – озимая пшеница – кукуруза – ячмень с подсевом клевера – клевер 1-го года пользования – клевер 2-го года пользования – озимая пшеница – кукуруза – ячмень) выращивали озимую пшеницу по черному пару (1998, 2000, 2003), повторно после озимой пшеницы (2001) и после содержания поля в залежном состоянии (2005). Данные опытов показали, что последействие азотных удобрений проявлялось незначительно - в 2-2,5 раза ниже, чем прямое действие, на протяжении 3 лет, по-

степенно снижаясь. При высоком уровне фосфорного питания усвояемость растениями азота из удобрений возрастала примерно в 1.5 раза, и в расчете на 1кг усвоенного растениями азота формировалось 27-37 кг з.е./га. При оптимальном балансе азота и фосфора культуры использовали 45-56% азота, внесенного с удобрениями, при дефиците фосфора – только 31-32%, среднегодовое потребление азота составило 24-38 и 14-26 кг/га соответственно. Недостаток фосфора существенно ограничивал усвоение азота из удобрений кукурузой и озимой пшеницей и менее заметно влиял на посевы ячменя. При высокой обеспеченности азотом посевами усваивалось более чем в 2 раза больше фосфора из удобрений, чем при недостатке азота, а среднегодовое потребление фосфора увеличивалось с 3-5 до 9-11 кг  $P_2O_5$ /га.

### Влияние некорневой подкормки на продуктивность и химический состав сахарной свеклы

*Жердецкий И.Н., 2011. Агрохимия 4: 45-51.*

При сравнении эффективности некорневой подкормки сахарной свеклы микроудобрениями (В, Мо, Мп, Сu, Zn, Со) в хелатной форме с микроудобрениями в форме солей и  $H_3BO_3$ , а также сочетания хелатных форм микроудобрений с полным и неполным наборами макроэлементов, установлено, что наиболее эффективна некорневая подкормка микроудобрением в форме хелатов в сочетании с полным набором макроэлементов (N15P20K10), которая дала прирост урожайности в 7.0 т/га, а сахаристости – на 1.4%. Одновременно снижалось содержание азота, фосфора и калия в корнеплодах на 0.03, 0.00 и 0.08% соответственно, что способствовало улучшению технологического качества корнеплодов и увеличивало синтез органического вещества в листьях. Подкормка только хелатным микроудобрением дала прирост урожайности 2.9 т/га, сахаристости – 0.7% и уменьшение содержания в корнеплодах NPK на 0.14, 0.05 и 0.15% соответственно при одновременном росте содержания макроэлементов в листьях. Внесение микроэлементов в форме солей не дало достоверного роста урожайности, но обеспечило увеличение сахаристости на 0.5% и снижение содержания NPK в корнеплодах по сравнению с контролем на 0.07, 0.01 и 0.09% соответственно.

### Эффективность азотных удобрений в зависимости от агрохимических свойств черноземных почв ЦФО РФ

*Козичева Е.С., Иванова О.М., Чернова Л.С., Прокшин В.А., 2011. Плодородие 2: 12-14.*

Оценка характера влияния агрохимических показателей (содержание гумуса и подвижных форм фосфора и калия в почве, реакция почвенной среды) и доз азота на эффективность азотных удобрений на

черноземных почвах ЦФО РФ показала, что эффективность азотных удобрений на черноземных почвах зависит, главным образом, от содержания в почве подвижных форм фосфора и калия, и в меньшей степени – от содержания гумуса и pH почвы. Наибольший эффект был достигнут на черноземе выщелоченном - прибавка урожайности озимой пшеницы составила 7.2ц/га при дозе внесения азота 120 кг/га. На типичном и обыкновенном черноземах при той же дозе азота зарегистрирован прирост в 5.6 и 4.5 ц/га соответственно.

### Использование элементов питания из минеральных удобрений яровым ячменем и зерновым сорго на черноземе обыкновенном

*Агафонов Е.В., Каменев Р.А., 2011. Агрехимия 1: 20-27.*

Изучено влияние азотных, фосфорных и калийных удобрений, вносимых до посева вразброс и локально при посеве, на урожайность ярового ячменя и зернового сорго на основании 3-летней серии полевых опытов на черноземе обыкновенном. Определение зависимости величины коэф-

фициентов использования удобрений от степени влияния основных условий их применения (доз, сроков, способов внесения, влагообеспеченности) показало, что усвоение элементов питания из удобрений яровым ячменем в условиях достаточного увлажнения не зависит от способа внесения удобрений. При недостатке продуктивной влаги (< 150мм в метровом слое) достоверное преимущество в усвоении азота давал локальный метод внесения удобрений (коэффициент использования азота удобрений составил 49%) по сравнению с разбросным (КИУ азота составил 31%). Фосфор при всех способах использования усваивался ячменем слабо (КИУ в среднем был равен 10%). Для сорго общие закономерности были аналогичны. В сухой год локальный метод внесения удобрений был более эффективен (КИУ фосфора составил 39%, КИУ азота – 73%), чем разбросный (КИУ фосфора был равен 24%, КИУ азота – 45%). Использование калия удобрений растениями ярового ячменя мало зависело от способа применения удобрений. Во влажные годы поглощение элемента из удобрений достигало 33, а в сухой год – 24%. Сорго при разных уровнях увлажнения почвы и способах применения удобрений использовал из них калий очень интенсивно – в среднем 77%.

## Обзор научных публикаций: BETTER CROPS with plant food, № 1, 2011

*Ежеквартальный журнал*

*Международного института питания растений*

*(онлайн в свободном доступе ><http://www.ipni.net/bettercrops><)*

Влияние пространственной неоднородности почвенного плодородия, применения навоза и севооборота на продуктивность кукурузы и ее отзывчивость на применение удобрений

*Ш. Зингоре*

Исследования в Африке к югу от Сахары показывают, что применение удобрений намного эффективнее и рентабельнее на полях с плодородными почвами. На деградированных почвах для достижения высокой продуктивности сельскохозяйственных культур необходимо восстановление почвенного плодородия посредством сбалансированного применения минеральных удобрений и поступления органического вещества из растительных остатков. Такие дополнительные приемы управления плодородием почв, как внесение навоза, севообороты и занятые пары наиболее эффективны, когда комбинируются с применением минеральных удобрений.

Снижение бедности посредством сбалансированного применения удобрений под кукурузу и интегрированного развития фермерских семей

*Х. Эспиноза, А. Мелвилле и К. Хилтон*

Высокий процент сельского населения Гватемалы живет в бедности. Подобная ситуация наблюдается в большей части хозяйств, и необходимы шаги по выводу сельских семей из этого состояния, ведущие к стабильности и процветанию. При таком высоком уровне бедности чрезвычайно важно, чтобы сельские бедняки зарабатывали деньги. Сельское хозяйство в гористой местности Гватемалы специализируется на выращивании кукурузы и является фундаментальной составляющей истории и культуры региона. Для решения проблемы голода и недоедания и будущей экономической независимости необходима мощная программа устойчивого аграрного развития. Применение удобрений в соот-



ветствии с концепцией, учитывающей плодородие почв в каждом конкретном почвенно-климатических условиях, является интегральной частью данной программы.

### Кукуруза на зерно на Юге России: состояние возделывания и окупаемость минеральных удобрений прибавкой урожая

*В. Носов*

В статье рассматривается основной регион возделывания кукурузы на зерно в России – Юг страны. Показано применение минеральных удобрений, а также средняя урожайность кукурузы в регионе. Обобщается окупаемость удобрений прибавкой урожая зерна кукурузы в разных по увлажнению зонах возделывания этой культуры. Приводится также условная граница рентабельности применения полного минерального удобрения под кукурузу на зерно в современных условиях.

### Влияние весеннего снеготаяния на потери фосфора с поверхностным стоком на севере Великих равнин

*Т. Дженсен, К. Тиссен, Э. Салвано, А. Калищук и Д. Флатен*

Недавние исследования, проведенные в канадских штатах Альберта и Манитоба, подтвердили, что поверхностный сток при снеготаянии доминирует в общем годовом стоке с сельскохозяйственных водосборов на севере Великих равнин Северной Америки. Для этого региона характерен относительно выровненный рельеф и засушливый климат с холодной зимой и теплым летом. Методы, используемые для оценки риска попадания фосфора в реки и озера, были в основном разработаны для более теплого и более влажного климата и рельефа с большим перепадом высот, где доминирует дождевой сток и главным источником поступления P в поверхностный сток с сельскохозяйственных земель является нерастворимый взвешенный P, попадающий в поверхностный сток в результате эрозии почвы. Однако на севере Великих равнин, особенно во время весеннего снеготаяния, P в поверхностном стоке в большей степени представлен растворимым P поверхностного слоя почвы, растительных остатков и поверхностно внесенных органических удобрений, чем взвешенным P. Методы контроля эрозии почв, помогающие снизить потери P с поверхностными водами в более теплом и более влажном климате, на севере Великих равнин могут быть менее эффективными. Недавние исследования, проведенные в регионе, также предполагают, что содержание P в почве тесно коррелирует с общими потерями P в результате поверхностного стока при снеготаянии. Как показано для севера Великих равнин, наиболее эффективное снижение и контроль потерь P с по-

верхностным стоком возможны тогда, когда в почве поддерживается не слишком высокое содержание P.

### Применение удобрений в экологических рациональных системах выращивания лука

*Э. Нзуллие, В.Б. Сингх, А.К. Сингх и Х. Сингх*

В проведенных исследованиях изучалось влияние органических, минеральных удобрений и микробных биоудобрений, внесенных как совместно, так и по отдельности, на урожай репчатого лука и баланс элементов питания. Согласно полученным результатам, при наличии органических удобрений хорошего качества совместное применение минеральных и органических удобрений эффективнее, чем внесение всех изученных видов удобрений по отдельности. При этом внесение от 50 до 75% от рекомендованной дозы минеральных удобрений совместно с обработкой микробными инокулянтами не является приемлемой альтернативой.

### Механизм принятия решений по дозам азотной подкормки в середине сезона вегетации риса с использованием технологии дистанционного зондирования

*Б.С. Тубана, Д. Харрел, Т. Уолкер и С. Филлипс*

На Среднем Юге США при выращивании риса с глубокой заделкой семян при посеве и затоплении чеков после всходов N-удобрение наиболее часто вносится дробно в два приема. Подкормка проводится в середине вегетации риса ближе к стадии формирования зачаточных структур, когда вносится примерно одна треть рассчитанной потребности в N-удобрении. Производители риса самостоятельно или с помощью сельскохозяйственных консультантов часто корректируют дозы азота в сторону увеличения или снижения на основании визуального осмотра растений в середине вегетации. Средства измерения, которые в течение сезона могут оценить потенциал урожайности и содержание доступных форм азота в почве, дают исходную информацию для прогнозирования потребности в азоте в середине сезона вегетации и позволяют во многом улучшить эффективность использования N-удобрений в указанных системах выращивания риса.

### Влияние формы калийного удобрения, внесенного в некорневую подкормку, на урожай и качество дыни-кенталупы

*Дж.Л. Джифон и Г.Е. Лестер*

Калий оказывает сильное влияние на показатели качества сельскохозяйственных культур. В ранне

опубликованной работе (Better Crops, № 1, 2007), проводившейся в долине реки Рио-Гранде в штате Техас, было продемонстрировано влияние некорневой подкормки калием на качество дыни-кantalупы (мускусной дыни). Целью настоящего многолетнего полевого исследования было дальнейшее изучение влияния некорневого внесения К на урожай и качество дыни-кantalупы на карбонатных почвах с высоким содержанием К и сравнительная оценка эффективности разных форм калия. Некорневые подкормки калием повышали содержание К в растительных тканях, а также содержание растворимых сухих веществ, сахаров и биологически активных веществ (аскорбиновой кислоты и бета-каротина) в плодах. Из изученных солей калия стабильная тенденция к улучшению качества плодов по сравнению с контрольным вариантом отмечалась при использовании  $KNO_3$ . Поздние некорневые подкормки калием приводили к значимому приросту урожайности только в одном сезоне.

**Влияние разрешения цифровых моделей рельефа на корреляционные взаимосвязи между характеристиками почвы и рельефа в холмистых областях**

В. Ву, Ц. Ванг и Х. Лиу

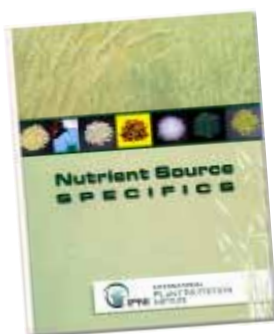
Изучение шести разных шагов координатной сетки в цифровой модели рельефа (ЦМР) и их влияния на взаимосвязи между почвенными свойствами и рельефом территории выявило, что наиболее точная модель не всегда получается при самом высоком разрешении. Знание того, какое разрешение ЦМР дает подходящую модель для конкретного ландшафта, можно использовать для оптимизации стратегии отбора почвенных образцов.

Перевод с английского: В.В. Носов.

## Научно-практическая литература

### Виды минеральных удобрений

(на английском языке)



Виды минеральных удобрений – серия кратких, но информативных буклетов об основных видах минеральных удобрений, которые наиболее часто применяются в современных агротехнологиях. Буклеты подготовлены научными сотрудниками Международного Института Питания Растений как учебное пособие. Серия включает буклеты по следующим удобрениям: карбамид полифосфат аммония, хлорид калия, сульфат калия, калимагнезия, КАС (карбамидно-аммиачная смесь), тиосульфаты, моноаммонийфосфат, безводный аммиак, нитрат калия, сульфат аммония, элементарная сера, тройной суперфосфат, нитрофосфаты, гипс, диаммофос, карбонат кальция (известь), а также смешанные удобрения и капсулированные удобрения. Для каждого вида удобрений приводится информация о технологии производства, химических и физических свойствах, способах и особенностях применения при выращивании сельскохозяйственных культур, а также об их использовании для других целей.

Книгу можно заказать через каталог по адресу:

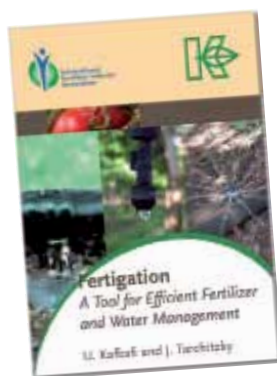
><http://www.ipni.net/ipniweb/portal.nsf/0/16F0F8D2C7BA69CD852572A0004FAD58> <

### Фертигация –

эффективный способ внесения удобрений и использования воды

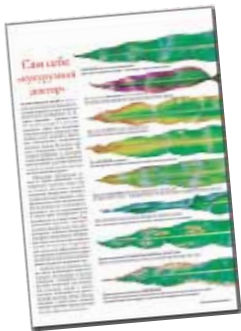
(на английском языке)

У. Кафкафи и Дж. Тарчитзкий



Книга является совместным проектом Международного Института Калия (IPI) и Международной Ассоциации Производителей Удобрений (IFA). В ней обобщены данные научных исследований о взаимодействии между почвой, водой и удобрениями в системах капельного орошения (фертигации). По своему содержанию эта книга - практическое руководство по использованию удобрений в системах капельного орошения в открытом и закрытом грунте, в котором читатели найдут рекомендации по выбору наиболее подходящих удобрений для фертигации полевых и садовых культур в зависимости от стадии роста растений, типа почвы или субстрата, климатических условий и характеристик поливной воды.

Книга доступна в электронном виде на сайте IFA ([www.fertilizer.com](http://www.fertilizer.com)) по адресу: ><http://www.fertilizer.org/ifa/HomePage/LIBRARY/Publication-database.html/Fertigation.-A-Tool-for-Efficient-Fertilizer-and-Water-Management.html> <



## Сам себе «кукурузный доктор»

(на русском языке)

Этот буклет был специально разработан для агрономов – практиков и фермеров, выращивающих кукурузу на зерно. В буклете приведены иллюстрации и описания признаков негативного влияния основных факторов, ограничивающих урожайность кукурузы, таких как недостаток элементов питания, избыток или недостаток влаги, поражение болезнями и повреждение вредителями. Кроме того, даются практические рекомендации по регулярному наблюдению за состоянием посевов, выявлению первых признаков неблагополучия у растений и их коррекции.

Книгу можно заказать через каталог по адресу:

><http://www.ipni.net/ipniweb/portal.nsf/0/16F0F8D2C7BA69CD852572A0004FAD58> <

# Crop Nutrient Deficiency Photo Contest — 2011

## Конкурс фотографий по теме:

## «Дефицит элементов питания у сельскохозяйственных растений»



### Дефицит азота у кочанной капусты.

Джеймс Валворт, Университет штата Аризона, США

1 место в категории «Азот» в 2010 году.



### Дефицит фосфора у кукурузы.

Рао Сриниваса, Центральный Сельскохозяйственный Институт засушливой зоны, Индия

2 место в категории «Фосфор» в 2010 году



### Дефицит калия у кукурузы.

Мутукумар Багаватианнан, Университет штата Арканзас, США

2 место в категории «Калий» в 2010 году

Конкурс фотографий по теме «Дефицит элементов питания у сельскохозяйственных растений» проводится Международным Институтом Питания Растений ежегодно.

Конкурс, несомненно, будет интересен всем, кто по роду деятельности имеет дело с растениями: агрономам хозяйств, фермерам, научным работникам.

Участникам конкурса вместе с фотографией необходимо предоставить следующую информацию:

- ФИО, место работы, контактная информация
- Сельскохозяйственная культура, стадия роста, место, дата фотографии
- Подтверждающие данные (результаты тканевой или листовой диагностики, результаты анализа почвы), описание технологии выращивания и другая информация о том, что может иметь отношение к проявлению дефицита элемента питания в представляемом случае.

Фотографии и сопроводительная информация принимаются до 15 декабря 2011 года на e-mail [ipni-eeca@ipni.net](mailto:ipni-eeca@ipni.net). Победители будут объявлены в январе 2012 года.

Победители конкурса будут извещены по электронной почте, информация о них также появится на сайте ><http://www.ipni.net/photocontest><

В каждой из категорий конкурса — «Азот», «Фосфор», «Калий», «Прочие элементы», в т.ч. второстепенные и микроэлементы — присуждаются награды за первое (150\$) и второе (75\$) места.

Автор лучшей фотографии получает главный приз (200\$).

Дополнительную информацию вы можете узнать по телефону +7 (495) 580-64-14 или написав на адрес [ipni-eeca@ipni.net](mailto:ipni-eeca@ipni.net).

# Компании - члены IPNI



Agrium Inc.



Great Salt Lake Minerals



Arab Fertilizer Association  
(AFA)



Intrepid Potash, Inc.



Arab Potash Company



K+S KALI GmbH



Белорусская калийная  
компания



The Mosaic Company



OCP S.A.



CF Industries Holdings,  
Inc.



PotashCorp



Canadian Fertilizer  
Institute (CFI)



Simplot



Incitec Pivot



Sinofert Holdings Limited



International Fertilizer  
Association (IFA)



SQM



International Potash  
Institute (IPI)



The Fertilizer Institute (TFI)



Уралкалий



Vale Fertilizantes S.A.



Fertiliser Association of  
India (FAI)



International Raw  
Materials LTD



Associação Nacional  
para Difusão de Adubos  
(ANDA)



МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ  
ИНСТИТУТ

Восточная Европа и Центральная Азия

125466 Российская Федерация, Москва, ул. Ландышевая, д.12, вл. 17

Тел./Факс: 8 (495) 580 64 14

eeca.ipni.net

www.ipni.net

ipni-eeca@ipni.net

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