



СОДЕРЖАНИЕ

Азотная подкормка современных интенсивных сортов озимой пшеницы в условиях Центрального Нечерноземья.....2

Актуальные вопросы отзывчивости кукурузы на удобрения.....6

Калийное питание и продуктивность сельскохозяйственных культур на черноземе обыкновенном Западного Предкавказья.....8

Кому принадлежит доминирующая роль в подавлении стеблевых гнилей кукурузы при применении хлористого калия: калию или хлору?.....11

Обзор научных публикаций.....14

Научно-практическая литература.....17

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

Бесплатная подписка: ipni-eeca@ipni.net

125466 Россия, Москва,
ул. Ландышева, д. 12, вл. 17
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



Уважаемый читатель, возможная экономическая эффективность от применения минеральных удобрений – наиболее важный для сельхозпроизводителей вопрос при принятии решения об инвестировании средств в удобрения. Однако, как показывает накопленный практический опыт, высокой экономической отдачи от минеральных удобрений можно достичь только при выращивании сортов и гибридов с высокой отзывчивостью на повышение уровня минерального питания. В этом номере Вестника мы публикуем статьи ведущих отечественных селекционеров и агрохимиков об особенностях минерального питания современных сортов озимой пшеницы и кукурузы.

Публикацией об эффективности применения калийных удобрений на черноземе обыкновенном Западного Предкавказья мы завершаем цикл статей об агрономической и экономической эффективности калийных удобрений в России, Украине и Казахстане в современных условиях, начатый в предыдущих выпусках Вестника (№3–4 в 2011, №1 в 2012). Однако эта тема нашла практическое продолжение в совместном научном проекте МИПРа и ОАО «Уралкалий», направленном на совершенствование рекомендаций по внесению калийных удобрений и корректировке существующих градаций обеспеченности почвы калием при интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. Проект будет реализован в 2012-2015 годах в Липецкой, Белгородской, Воронежской и Ростовской областях. Презентация этого проекта пройдет 10 октября на агропромышленной выставке «Золотая осень» – 2012 (Москва), в 16:00-18:00, Павильон 75 (зал С, конференц-зал 215). Добро пожаловать!

С уважением,
Светлана Иванова

Вице-президент программы МИПР по Восточной Европе, Центральной Азии и Ближнему Востоку.

ОАО «УРАЛКАЛИЙ» ПРИГЛАШАЕТ НА РАБОТУ:

Специалистов-агрономов

Задачи:

- Планирование, организация и контроль научно-практических исследований в производственных условиях
- Внедрение рекомендаций по сбалансированному внесению минеральных удобрений
- Продвижение современных технологий обеспечения питания растений

Пожелания к кандидатам:

- Высшее профессиональное образование по специальности «Агрономия»
- Опыт работы по специальности от 5 лет
- Наличие личного автомобиля и водительских прав

Работа в Белгородской, Воронежской, Липецкой, Ростовской областях

Просим направлять резюме по адресу:
Orp.uralkali@mail.ru
Телефон: 8 (3424) 29-61-51

УРАЛКАЛИЙ — МЕСТОРОЖДЕНИЕ СИЛЬНЫХ ЛЮДЕЙ

Азотная подкормка современных интенсивных сортов озимой пшеницы в условиях Центрального Нечерноземья

Сандухадзе Б.И., Журавлева Е.В.

В статье представлена сравнительная эффективность однократных и дробных подкормок озимой пшеницы азотными удобрениями. Рассматривается влияние погодных условий на эффективность азотных подкормок. Показано, что дробное внесение азота в подкормку не всегда эффективнее однократной подкормки. В целом, наибольшей урожайностью и отзывчивостью на азотные удобрения обладают сорта современного периода селекции, например, Немчиновская 24 и Галина.

Современная наука предполагает комплексность подхода к предмету своего изучения, и селекция не является исключением. Сельскохозяйственное производство, как полигон для возделывания новых современных сортов «...в XXI веке будет базироваться на новых парадигмах, основными из которых станут ресурсоэнергосбережение, основанное на использовании высокоадаптивных пластичных сортов, созданных в адаптивной системе селекции» (Жученко, 2004). В этой связи на первый план выходят сорта, способные максимально реализовываться в широких диапазонах среды с различными стрессовыми факторами, техногенезацией сельского хозяйства и экономическими возможностями РФ начала XXI века.

Озимая пшеница – важнейшая продовольственная культура, занимающая значительный удельный вес в структуре посевов. Среди возделываемых зерновых культур в Нечерноземной зоне России она обладает наиболее высоким биологическим потенциалом продуктивности. Эта культура для Центра Нечерноземной зоны РФ в историческом аспекте является относительно новой. Ещё в начале XX века её возделывали лишь в единичных поместьях (Сандухадзе и др., 2003). При становлении менее чем за столетний период Центра Нечерноземья как региона, возделывающего озимую пшеницу, огромную роль сыграла селекция – за этот период были созданы сорта, высокоадаптивные к условиям региона. С их появлением площади под озимой пшеницей начали расти.

В результате многолетней кропотливой методичной работы созданы такие новые сорта, как Галина,



Немчиновская 24, Московская 56 и другие. В настоящее время в связи с успехами селекции озимой пшеницы в Центре Нечерноземья площади ее посевов ежегодно возрастают. На данный момент площадь только под одним сортом озимой пшеницы – Московская 39, созданным в лаборатории селекции озимой пшеницы Московского НИИСХ «Немчиновка», составляет в регионе более 3 млн. га. Ценные свойства новых сортов позволяют лучше использовать факторы производства: агротехнику, удобрения и др. Такой эффект достигается только благодаря ценным хозяйственно-биологическим особенностям сорта, то есть без дополнительных затрат, что особенно важно в современных экономических условиях.

В мировой практике считается, что около 50% реализуемого урожая обеспечивает технология, а 50% — сорт, и только сочетание этих двух компонентов, выражающееся в разработке современных сортовых технологий, позволяет обеспечить прирост сборов качественного зерна.

Нечерноземная зона достаточно большая и характеризуется разнообразием климатических условий, которое должно учитываться производителями при выборе не только технологий, но и сорта. На протяжении десятилетий ученые проводят исследования по изучению поведения различных сортов в конкретных почвенно-климатических условиях при разных уровнях минерального питания, обработке против болезней и вредителей и т.д. Тем не менее, вопрос изучения сортовых особенностей не теряет смысла и становится все более и более актуальным в связи с изменением морфотипа пшеничного растения, появлением новых сортов со специфической реакцией на элементы питания и изменением экономических условий в стране.

Большое влияние на урожай и качество зерна почти на всех типах почв оказывают азотные удобрения. Потребность в азоте особенно велика в Центральном районе Нечерноземной зоны, почвы которого характеризуются низким содержанием гумуса, общего и минерального азота. В настоящее время содержание гумуса в почвах не превышает 1.7-2.1%. В современных условиях из всех мероприятий, увеличивающих урожайность и улучшающих качество зерна, применение азотных удобрений – наиболее технологически доступное и эффективное средство. При этом важно поддерживать хорошую обеспечен-

ность растений и другими элементами минерального питания.

Азотное удобрение является мощным фактором повышения урожайности, дающим от 30 до 60% прибавки урожая озимой пшеницы. Известно, что пшеница больше всего выносит азота, на втором месте по выносу стоит калий, и меньше всего выносятся фосфора. Согласно обобщенным данным, для формирования 1 т зерна с соответствующим количеством соломы озимой пшенице необходимо 30-35 кг N, 13-16 кг P₂O₅ и 23-26 кг K₂O.

Азот является одним из наиболее важных элементов питания растений, который регулирует рост вегетативной массы, повышает содержание белка и клейковины в зерне и влияет на формирование урожая (Минеев и Павлов, 1981). Потребление азота пшеницей неоднородно во времени – осенью после посева растения потребляют сравнительно мало азота (а также фосфора и калия), а с момента весеннего возобновления вегетации до начала колошения наблюдается его активное поглощение. Усвоив до начала колошения более 2/3 всего необходимого азота, в период цветения растения почти прекращают его потребление. Потребность пшеницы в этом элементе снова возрастает после начала формирования и налива зерна – в этот период она использует остальные 25-30% необходимого ей азота.

Важно отметить, что в годы с длительной прохладной погодой и при уплотнении почвы в весенний период задерживаются процессы нитрификации, и содержание нитратов в пахотном слое бывает в 6-7 раз меньше, чем это необходимо для нормального развития растений (Созинов и Жемела, 1983).

Весенняя азотная подкормка — мощный фактор, влияющий на продуктивность агрофитоценоза озимой пшеницы. Сроки проведения весенней азотной подкормки, ее дозы и кратность определяются агрометеорологическими условиями, состоянием посева, обеспеченностью почвы азотом, конкрет-

ным сортом. Эффективная система применения минеральных удобрений обеспечивает максимальную продуктивность при рациональном расходовании элементов питания. Отзывчивость растений на удобрения тесно связана с генетически закрепленными свойствами, которые соответствуют каждому конкретному генотипу (сорт).

Работа по изучению эффективности азотных подкормок проводилась в лаборатории селекции озимой пшеницы Московского НИИСХ «Немчиновка» в 1998-2007 гг. Исследовалась целая группа из 14-ти сортов озимой пшеницы разных периодов селекции (Журавлева, 2011). Агрохимическая характеристика почвы свидетельствует о варьировании показателей по годам исследования. Сильнее всего варьировала величина рН_{KCl} – от кислой до близкой к нейтральной и содержание подвижного фосфора (по Кирсанову) – от 237 до 497 мг P₂O₅/кг почвы. Гидролитическая кислотность изменялась соответственно обменной кислотности – от 2.09 до 3.59 мг·экв/100 г почвы. Диапазон содержания подвижного калия (по Кирсанову) составил от 124 до 196 мг K₂O/кг почвы, гумус был на уровне 1.10-1.53%, а в среднем – 1.27%.

Опытные посева размещались на полях селекционного севооборота. Следует отметить, что предшественником озимой пшеницы в опытах был чистый пар, который имеет ряд особенностей: в нем активно ведется борьба с сорняками, идет накопление влаги и элементов питания, в первую очередь — азота. Почва — дерново-подзолистая хорошо окультуренная, мощность пахотного слоя — 25 см. Агротехника возделывания озимой пшеницы была общепринятой для зоны. Под культивацию вносили фосфорно-калийные удобрения из расчета 60 кг P₂O₅/га и 60 кг K₂O/га. Проводили обработку фунгицидом (гранит) в сочетании с инсектицидом (актеллик): две по фазам и одну — по прогнозу. Химические прополки гербицидом (сатис) производились с

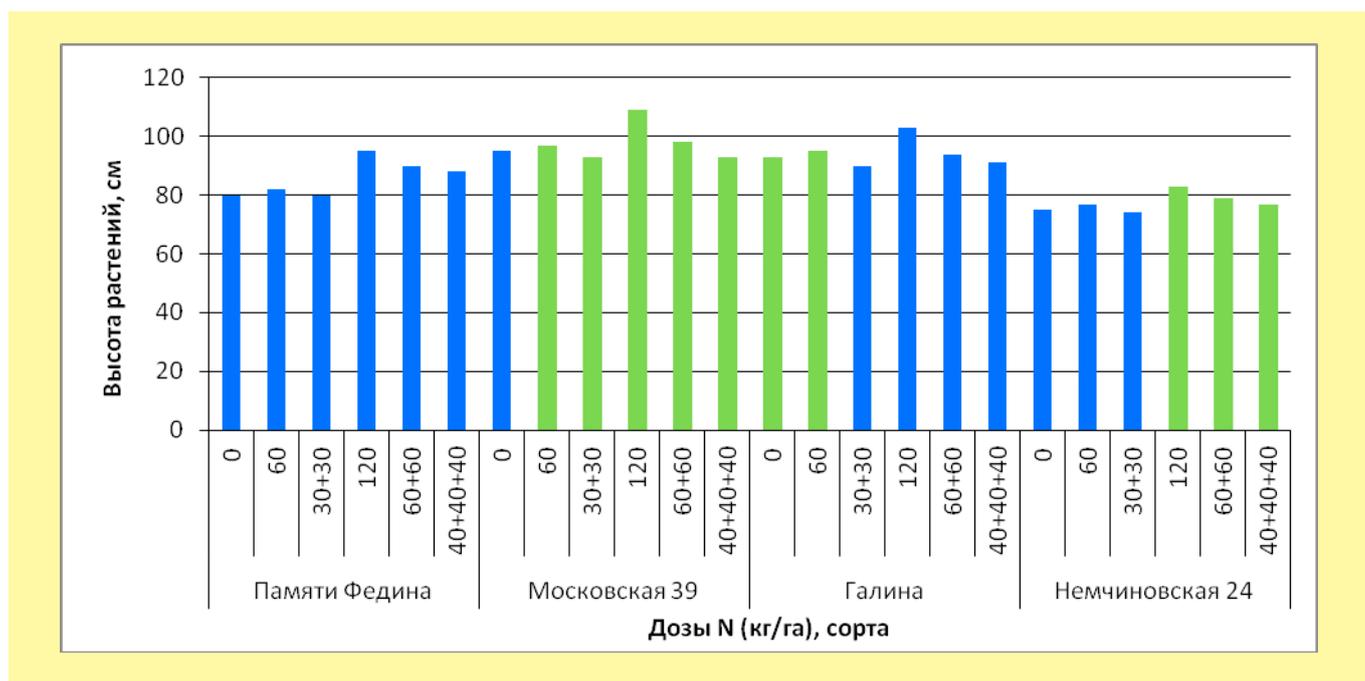


Рис. 1. Динамика высоты растений в зависимости от дозы вносимого в подкормку азота (средние значения за 2005-2007 гг.)

Таблица 1. Влияние однократного и дробного внесения азотной подкормки на урожайность озимой пшеницы, т/га						
№	Дозы подкормок азотом, кг/га	Год			Среднее	Окупаемость азота прибавкой урожая зерна, кг/кг
		2005	2006	2007		
Памяти Федина						
1	0	3.93	7.35	5.78	5.68	-
2	60	5.62	7.55	6.49	6.55	14.5
3	30 + 30	6.11	8.15	7.05	7.10	23.7
4	120	7.10	7.84	6.66	7.20	12.7
5	60 + 60	7.84	7.81	6.41	7.35	13.9
6	40 + 40 + 40	7.42	7.93	6.80	7.38	14.2
	HCP _{0.05}	0.18	0.14	0.15	0.21	
Московская 39						
1	0	3.67	6.14	4.73	4.84	-
2	60	5.99	7.02	5.56	6.19	22.5
3	30 + 30	5.38	7.48	5.58	6.15	21.8
4	120	6.49	7.60	5.77	6.62	14.8
5	60 + 60	7.23	7.31	6.11	6.88	17.0
6	40 + 40 + 40	6.78	7.54	6.37	6.90	17.2
	HCP _{0.05}	0.16	0.24	0.07	0.21	
Галина						
1	0	3.56	7.12	5.83	5.50	-
2	60	6.10	8.42	6.97	7.16	27.7
3	30 + 30	5.66	8.57	6.41	6.88	23.0
4	120	7.92	8.66	7.24	7.94	20.3
5	60 + 60	7.73	9.23	6.58	7.85	19.6
6	40 + 40 + 40	7.58	8.64	7.13	7.78	19.0
	HCP _{0.05}	0.14	0.22	0.14	0.19	
Немчиновская 24						
1	0	4.00	7.87	4.94	5.60	-
2	60	6.63	9.88	6.71	7.74	35.7
3	30 + 30	6.45	10.79	6.59	7.94	39.0
4	120	7.04	10.56	7.02	8.21	21.8
5	60 + 60	7.60	10.32	6.85	8.26	22.2
6	40 + 40 + 40	7.53	10.69	7.71	8.64	25.3
	HCP _{0.05}	0.13	0.29	0.19	0.24	

учётом пороговой засорённости. В период вегетации озимой пшеницы проводили рыхление и прополку, защиту посевов от птиц.

По совокупности погодных условий резко неблагоприятные годы составили 70% лет исследований. Из всего периода три года (1999, 2002 и 2007) отличались выраженным недостатком осадков за вегетационный период. Исследуя сортовую специфику в отношении азотного питания, обязательно следует учитывать сочетание режимов температуры и влажности в связи с выраженной нестойкостью азота в окружающей среде, где он подвержен вымыванию и газообразным потерям из почвы. Поэтому целесообразно принимать во внимание гидротермический коэффициент (ГТК). Корреляция между ГТК и урожайностью у 14-ти изученных сортов разных периодов селекции в контрольном варианте практически отсутствовала (коэффициент корреляции – 0.03-0.13), а с применением азотной подкормки она усиливалась – коэффициент

корреляции у современных сортов составил 0.45 (и 0.95 – у сортов первых этапов селекции). Это позволяет заключить, что внесение азота в благоприятных условиях позволяет сортам лучше реализовать свой потенциал в соответствии с генотипом. Важно отметить, что внесение азота повышало засухоустойчивость сортов в соответствии с их генотипом, поскольку относительная прибавка урожайности от азота была выше именно в засушливые годы.

Экспериментальные данные представляют собой трехфакторный опыт, где факторы – агрометеорологические условия года, сорт и доза азотной подкормки. В данной статье мы хотим продемонстрировать реакцию на азотные подкормки четырех сортов озимой пшеницы: Памяти Федина и Московская 39 (IV-V период селекции), а также Галина и Немчиновская 24 (VI – современный период селекции). Варианты с однократным внесением азотной подкормки были следующими: 0, 60 (средняя доза) и 120 кг N/га (вы-

сокая доза). Подкормку азотом проводили рано весной (после схода снега) в виде аммиачной селитры. Варианты с дробным внесением азотной подкормки: двукратное внесение 30+30 и 60+60 кг N/га — весной сразу после схода снега и в фазу выхода в трубку, трехкратное внесение 40+40+40 кг N/га – весной сразу после схода снега, в фазу выхода в трубку и перед цветением.

Согласно полученным результатам, при возрастании вносимой однократной дозы азота происходит увеличение высоты растений по всем четырем сортам (рис. 1). При этом три сорта имели максимальную высоту в варианте с однократным внесением 90 кг N/га, и дальнейшее повышение однократной дозы азота до 120 кг/га практически не отразилось на высоте растений. Из четырех представленных на графике сортов Московская 39 характеризовалась максимальной высотой, а Немчиновская 24 – минимальной. Дробление дозы азотной подкормки привело к снижению высоты растений в сравнении с однократным внесением, однако не является значимым и не отразилось на устойчивости к полеганию. Следует отметить, что все четыре сорта – короткостебельные, и они сохраняют устойчивость к полеганию с ростом дозы азота.

В связи с тем, что азот является нестойким элементом в окружающей среде, и фазы его наибольшего потребления растениями растянуты во времени, некоторые исследователи рекомендуют применять азотные удобрения в виде дробных подкормок. Однако наши исследования показали, что дробное внесение азота не всегда эффективно для увеличения урожайности озимой пшеницы (табл. 1). При дробном внесении азота, как и при однократном внесении, велико влияние погодных условий, хотя оно проявляется и в меньшей степени. В случае дробного внесения азота доля влияния фактора «год» по данным дисперсионного анализа достигает 46%, а на факторы «сорт» и «удобрение» остается 54%.

Таким образом, при оценке эффективности внесения азота, в том числе и дробного, следует учитывать особенности погодных условий года. Так, в переувлажненном 2005 г. у трех сортов – Московская 39, Памяти Федины и Немчиновская 24 – максимальная урожайность была получена при дробном двукратном внесении азота 60+60 кг N/га, а у сорта Галина – при однократном внесении 120 кг/га. В 2006 г. (неустойчивое увлажнение), напротив, Московская 39 и Памяти Федины дали максимальную урожайность в варианте с однократным внесением 120 кг N/га, а сорта Галина и Немчиновская 24 – в варианте с дробным внесением 60+60 и 30+30 кг/га соответственно.

Окупаемость 1 кг азотных удобрений прибавкой урожая зерна в среднем за три года для четырех сортов была в диапазоне от 12.7 до 39.0 кг/кг при однократном и дробном внесении разных доз азота (табл. 1). Обращает на себя внимание, что при двукратной подкормке азотом сорта Памяти Федины в дозах 30+30 кг N/га очень резко повышалась окупаемость азота по сравнению с однократной подкормкой (60 кг N/га). Причем это прослеживается в течение всех трех лет исследований. В целом, наибольшая отдача

от азотных подкормок наблюдалась у таких сортов, как Галина и Немчиновская 24, а особенно у последнего сорта.

Таким образом, по результатам наших исследований, из всех изученных сортов наибольшей урожайностью и отзывчивостью на азотное удобрение обладают сорта современного периода селекции, а именно: Немчиновская 24 и Галина. Представляет интерес, за счет каких структурных элементов происходит повышение урожайности при внесении азота. Как показал проведенный нами анализ структуры урожая, прежде всего увеличивается число зерен в колосе и их масса, что обусловлено перераспределением ассимилятов в пользу колоса и, соответственно, формированием более озерненных колосьев.

Например, в нестабильном по агрометеорологическим условиям 2006 г. сорт Памяти Федины показал высокую урожайность в двух вариантах опыта: с двукратным внесением азотной подкормки в дозах 30+30 кг N/га и трехкратным внесением 40+40+40 кг N/га. При этом в первом случае значительно увеличилась масса 1000 зерен, а во втором – продуктивный стеблестой.

Сорт Московская 39 дал высокую урожайность в трех вариантах опыта. Максимальная урожайность, наблюдавшаяся при однократной подкормке азотом в дозе 120 кг N/га, достигалась при средних значениях всех элементов структуры урожая. В варианте с трехкратным внесением 40+40+40 кг N/га высокая урожайность была получена за счет увеличения массы зерна и его количества в колосе, а в варианте с двукратным внесением 30+30 кг N/га – в результате значительного увеличения продуктивного стеблестоя.

Сорт Галина дал максимальную урожайность в варианте с двукратным внесением азотной подкормки в дозах 60+60 кг N/га за счет значительного увеличения всех показателей по элементам структуры урожая.

Сорт Немчиновская 24, так же как и сорт Московская 39, показал высокую урожайность в трех вариантах опыта. Максимальная урожайность в варианте с двукратной подкормкой азотом в дозах 30+30 кг N/га была достигнута в результате большого числа продуктивных стеблей и увеличения массы 1000 зерен. В варианте с трехкратным внесением 40+40+40 кг N/га высокая урожайность была получена за счет существенного увеличения продуктивного стеблестоя, а в варианте с однократной подкормкой в дозе 120 кг N/га – в результате увеличения массы зерна с колоса и количества зерен в колосе.

В целом, результаты наших исследований свидетельствуют о высокой эффективности азотных подкормок на озимой пшенице. Следует отметить, что дробное внесение азота было не всегда эффективнее однократного внесения. Как при однократных, так и при дробных подкормках азотом, их эффективность сильно зависит от погодных условий. Согласно полученным данным, наибольшей урожайностью и отзывчивостью на азотное удобрение обладают сорта современного периода селекции (например, Немчиновская 24 и Галина).



Сандухадзе Б.И. – заведующий лабораторией селекции озимой пшеницы Московского НИИСХ «Немчиновка», доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАСХН; e-mail: prietnaya@netchinowka.ru.

Журавлева Е.В. – заведующая сектором зерновых и зернофуражных культур РАСХН, доктор сельскохозяйственных наук; e-mail: zhuravla@yandex.ru.

Авторы благодарны региональному директору Международного института питания растений по Югу и Востоку России Носову В.В. за ряд комментариев при подготовке статьи.

Литература

- Жученко А.А. 2004. Проблемы ресурсосбережения в зерновом хозяйстве. В кн.: Сберегающее земледелие: будущее сельского хозяйства России. Ресурсосберегающие технологии как основа повышения экономики сельскохозяйственных товаропроизводителей. Материалы IV Международной научно-практической конференции. С. 10-14.
- Сандухадзе Б.И., Рыбакова М.И. и Морозова З.А. 2003. Научные основы селекции озимой пшеницы в Нечерноземной зоне России. Москва, РАСХН. 426 с.
- Минеев В.Г. и Павлов А.Н. 1981. Агрохимические основы повышения качества пшеницы. М.: Колос. 288 с.
- Созинов А.А. и Жемела Г.П. 1983. Улучшение качества зерна озимой пшеницы и кукурузы. М.: Колос. 270 с.
- Журавлева Е.В. 2011. Научное обоснование повышения продуктивности и качества зерна интенсивных сортов озимой пшеницы в земледелии Центрального Нечерноземья: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Москва. 40 с.

Актуальные вопросы отзывчивости кукурузы на удобрения

Багринцева В.Н., Ивашененко И.Н.

Показана актуальность внедрения в производство гибридов кукурузы с высокой отзывчивостью на удобрения. Рассмотрена роль корневой системы и фотосинтетического аппарата в усвоении элементов питания, а также отзывчивость растений на удобрения и генетические аспекты минерального питания. Отмечена необходимость дальнейшего углубленного изучения этих вопросов у кукурузы.

Современные тенденции развития сельскохозяйственного производства диктуют необходимость получения высоких урожаев полевых культур с наименьшими энергетическими затратами. Минеральные удобрения - наиболее эффективное, но в тоже время и высокозатратное средство повышения урожайности, особенно в условиях нестабильных цен на продукцию растениеводства. Поэтому применение удобрений должно быть рациональным и обеспечивать максимальное использование растениями элементов питания из удобрений и максимальную окупаемость удобрений прибавкой урожая. Повышение коэффициента использования элементов питания из удобрений – одна из важнейших задач агрохимии.

Высокую окупаемость удобрений может обеспечить только выращивание сортов и гибридов с высокой отзывчивостью на повышение уровня минерального питания, способных накапливать на единицу д.в. удобрения большое количество органического вещества и давать высокие прибавки урожая. На необходимость использования в современном сельскохозяйственном производстве высокоотзывчивых на удобрения сортов и гибри-

дов сельскохозяйственных культур указывают Д.П. Алейнов (2009) и В.А. Драгавцев (2009).

Целесообразность внедрения в производство гибридов кукурузы, способных продуктивно использовать удобрения и обеспечивать более высокие показатели их экономической эффективности, показана в наших исследованиях (Багринцева и Сухоярская, 2009 и 2011; Сухоярская, 2009). Следует отметить, что авторы провели оценку отзывчивости гибридов кукурузы на удобрения на этапе их внедрения в производство.

На генетическую специфику отзывчивости на удобрения сортов и гибридов полевых культур, а также на необходимость и возможность целенаправленной селекции на высокую окупаемость удобрений указывал еще Н.И. Вавилов (1985). Однако и в настоящее время при создании гибридов кукурузы селекционерами не ведется оценка и отбор селекционного материала на интенсивное использование растениями азота, фосфора и калия из удобрений, устойчивость к засолению и кислотности почвы. Отбор селекционного материала на одном уровне плодородия почвы по главному хозяй-

ственно полезному показателю – урожайности, а также связанным с этим показателем морфологическим признакам, не позволяет создавать гибриды, ценные в агрохимическом плане. В данном случае гибриды с высокой способностью к поглощению и усвоению элементов минерального питания из удобрений, а также устойчивые к стресс-факторам корневого питания могут быть получены совершенно случайно.

К сожалению, теоретические и методологические аспекты создания агрохимически эффективных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, в том числе и кукурузы, сформулированные более 20-ти лет назад Э.Л. Климашевским (1991), до сих пор не взяты на вооружение селекционерами. Тем не менее, этим талантливым ученым были четко определены научные задачи в области агрохимических, физиологических и генетических исследований генофонда растений, на основе которых возможно создание моделей сортов и гибридов с заданными параметрами минерального питания и фотосинтеза.

Э.Л. Климашевский в ходе собственных исследований, в дополнение к исследованиям других отечественных и зарубежных ученых, показал генотипическую вариабельность отзывчивости сортов и гибридов кукурузы на удобрения. Изучая 39 сортообразцов кукурузы, он с соавторами выявил сорта и гибриды, превосходящие по урожаю на удобренных фонах районированные сорта и гибриды. Были установлены различия между сортами и гибридами по реакции на высокое содержание в почве ионов Al^{3+} и H^+ . Исследованиями ученого еще в 1957-1961 гг. показано, что специфичность в отношении степени отзывчивости на удобрения обусловлена, в значительной степени, принадлежностью генотипа к подвиду кукурузы. Так, более отзывчивыми на азот были сорта кремнистой кукурузы. Высокую отзывчивость на фосфор проявляли сорта зубовидной и рисовой кукурузы, низкую – сорта кремнистой и сахарной кукурузы. Однако и внутри подвидов была выявлена генотипическая специфика сортов и гибридов. Также установлено, что разные сорта и гибриды специфично реагируют на внесение разных форм азотных удобрений (Климашевский, 1960 и 1962). На трех типах почв было показано, что отдельные сорта кукурузы более отзывчивы на обработку семян микроэлементами. Выявлены большие различия в реакции сортов и гибридов кукурузы на кислотность почвенного раствора и известкование (Климашевский, 1960, 1962, 1963 и 1966; Климашевский и Бернадская, 1973).

Исследователем установлено, что эффект гетерозиса кукурузы по урожаю зерна может опускаться до нулевой отметки, если условия корневого питания не соответствуют биологическим особенностям гибрида (Климашевский, 1990). Особенно велико падение гетерозиса в случае плохой устойчивости генотипа к стрессовым ситуациям в зоне корней. Показано, что на дерново-подзолистых почвах эффективность минеральных удобрений в сильной степени зависит от генетически обуслов-

ленной толерантности сортов и гибридов кукурузы к повышенной кислотности почвенного раствора.

Специфическую реакцию сортов и гибридов кукурузы на удобрения, устойчивость к действию вредных солей и ионов в почвенном растворе Э.Л. Климашевский связывает с биологическими особенностями генотипа, полученными по наследству от родительских линий. Он считает, что взаимодействие сорта (гибрида) и удобрения специфично проявляется и определяется ростовой и генетически обусловленной активностью поглощающих органов растений, в первую очередь, функциональной активностью поглощающих клеток корня. Установлено, что поступление радиоактивных изотопов азота и фосфора в корневую систему и затем в надземную часть растений более интенсивно происходит у гибридов с высокой отзывчивостью на удобрения. Доказано, что именно интенсивность физиологической работы корней ответственна за степень отзывчивости генотипа на минеральное питание.

Высокая отзывчивость растений кукурузы не всегда связана с мощностью развития корней. Более существенную роль играет физиологическая активность корневой системы. Известно, что покровная ткань корня в процессе роста дифференцируется на безволосковые клетки (синбласты) и клетки, образующие корневые волоски (трихобласты). Главную роль в поглощении питательных веществ растениями играют корневые волоски корневых систем. В опытах Э.Л. Климашевского с соавторами установлено, что у отзывчивых на удобрения гибридов кукурузы число волосков на поверхности корней больше, чем у слабоотзывчивых гибридов. Генетически обусловленные различия в поглощении растениями фосфора определяются не только наличием корневых волосков, но и продолжительностью их жизни. Характер поглощения элементов питания клетками корня определяется также активностью ферментов.

Ученый, изучая гибриды и инбредные линии кукурузы в условиях нормальной обеспеченности элементами питания и при их дефиците в растворе, выяснил, что гибридные растения поглощают азота и фосфора на 20% больше по сравнению с линиями. В связи с этим он считает, что эффект гетерозиса – мощный фактор не только повышения продуктивности растений кукурузы, но и эффективного использования элементов питания из почвы и удобрений.

Существенная роль в познании эффекта отзывчивости растений на уровень минерального питания принадлежит донорно-акцепторным отношениям в системах лист – корень и корень – репродуктивный орган, но при этом не следует забывать и о работе другого механизма отзывчивости – фотосинтетического аппарата растений. Хотя у более урожайных сортов и гибридов кукурузы площадь листьев обычно развита лучше, по мнению исследователя, повышение эффективности фотосинтетических процессов является наиболее перспективным резервом для достижения высо-

кой отзывчивости на удобрения. Сравнивая сорта кукурузы, Н.Ф. Чернышева и Э.Л. Климашевский (1979) пришли к выводу, что продуктивность существенно зависит от скорости оттока ассимилятов из листьев в репродуктивные органы. Сорта различались по транспорту меченого ^{14}C -углерода из листьев в початок. Сорта, у которых растения отличались более активным оттоком ^{14}C -ассимилятов из листьев к корням, характеризовались повышенной отзывчивостью на удобрения.

Э.Л. Климашевский считает, что необходим поиск путей увеличения урожайности кукурузы не за счет увеличения площади ассимилирующей поверхности, а за счет поиска форм-доноров с высокой физиологической активностью фотосинтетического аппарата. При изучении потомства индивидуально отобранных растений внутри сорта кукурузы в условиях оптимальной обеспеченности элементами питания и влагой в соавторстве с Н.Н. Чумаковским (Климашевский и Чумаковский, 1986) было установлено, что растения после отбора имеют более высокую скорость синтеза органического вещества и оттока ассимилятов из листьев к корням.

Направление в агрохимии, названное Э.Л. Климашевским генетикой минерального питания, ученый считал теоретической основой направленного создания сортов и гибридов энергетически рационального типа. Агрохимически эффективные гибриды кукурузы он считал биологической основой энергосберегающих технологий возделывания в растениеводстве.

Таким образом, накопленный экспериментальный материал свидетельствует о необходимости генетического контроля специфических параметров минерального питания. Углубленного изучения этого вопроса отечественной наукой практически не проводится, но имеются некоторые данные по кукурузе у зарубежных авторов. Так, Р.Н. Harvey (1939) установил, что неодинаковая способность инбредных линий кукурузы реагировать на азот обусловлена различиями в их генетической структуре. Генетическая структура, управляющая азотным питанием, устойчиво наследуется гибридами от ис-

ходных родительских линий в отношении лучшего усвоения NH_4^{4+} или NO_3^- .

В связи с этим, как считал Э.Л. Климашевский, необходимо углубить исследования в области генетики корневых систем, изучения физиологических механизмов генотипической специфики минерального питания гибридов и линий кукурузы, выявления естественного и индуцированного полиморфизма в отношении поглощения элементов питания и устойчивости к токсичным ионам с целью использования данных сведений в селекционном процессе. Энергетически прогрессивное земледелие – это, помимо рациональных технологических приемов, созданные на основе слияния агрохимии, физиологии и генетики агрохимически эффективные гибриды с высокой отзывчивостью на удобрения и устойчивые к почвенным стресс-факторам.

Багринцева В.Н. – заведующая отделом технологии возделывания кукурузы, доктор сельскохозяйственных наук; e-mail: maize-techno@mail.ru.

Ивашенко И.Н. – заведующий сектором агрохимии отдела технологии возделывания кукурузы, кандидат сельскохозяйственных наук; e-mail: ivan-grass@mail.ru. ВНИИ кукурузы (г. Пятигорск).

Литература

- Алейнов Д.П. 2009. Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий, 1: 6-11.
- Драгавцев В.А. 2009. Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий, 3: 26-27.
- Багринцева В.Н. и Сухоярская Г.Н. 2009. Агрохимия, 4: 38-42.
- Сухоярская Г.Н. 2009. Продуктивность гибридов кукурузы разных групп спелости при применении удобрений на черноземе обыкновенном Центрального Предкавказья: Автореф. дис. ... канд. с.-х. н. Рассвет. 23 с.
- Багринцева В.Н. и Сухоярская Г.Н. 2011. Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук, 5: 10-12.
- Вавилов Н.И. 1985. Избранные труды. Т. 5. Наука, Москва – Ленинград. 785 с.
- Климашевский Э.Л. 1991. Генетический аспект минерального питания растений. Агропромиздат, Москва. 415 с.
- Климашевский Э.Л. 1960. Влияние реакции среды на развитие и рост кукурузы. Тр. УралНИИСХоза. Вып. Растениеводство. Т. 2. Свердловск. С. 125.
- Климашевский Э.Л. 1962. Развитие и рост кукурузы в зависимости от условий среды и сорта. Записки Свердловского отделения ВБО. Т. 2. Свердловск. С. 75.
- Климашевский Э.Л. и Бернадская М.Л. 1973. Физиология и биохимия культурных растений, 1 (5): 26.
- Климашевский Э.Л. 1963. Физиология растений, 6 (10): 708.
- Климашевский Э.Л. 1966. Агрохимия, 4: 88.
- Климашевский Э.Л. 1990. Агрохимия, 1: 131-148.
- Чернышева Н.Ф. и Климашевский Э.Л. 1979. Агрохимия, 6: 57-66.
- Климашевский Э.Л. и Чумаковский Н.Н. 1986. Вестник сельскохозяйственной науки, 3: 71-77.
- Harvey P.H. 1939. Genetics, 24: 150-168.



Калийное питание и продуктивность сельскохозяйственных культур на черноземе обыкновенном Западного Предкавказья

Баршадская С.И., Дерка Ф.И.

Корневое питание растений зависит от ботанической принадлежности культур, погодных условий, интенсивности развития корневой системы, водно-физических и физико-химических свойств почвы, содержания, соотношения и доступности элементов питания.

Значение калия в питании растений показано во многих работах (Кулаковская, 1990; Минеев, 1999; Прокошев и Дерюгин, 2000). Калий принадлежит к числу важнейших биофильных элементов, необходимых для жизнедеятельности растений. Больше его количество сосредоточено в молодых органах и тканях, где происходит деление клеток, что свидетельствует об участии этого элемента питания в ростовых процессах (Полевой, 1989). Недостаточная обеспеченность растений калием, особенно на ранних стадиях развития, тормозит деление клеток и накопление вегетативной массы (Агеев и Подколзин, 2006; Баршадская, 2010). Высокая подвижность калия в растениях обуславливает его реутилизацию (повторное использование) – передвижение из старых листьев в молодые (Ониани, 1981), что важно для продолжительности жизни растений. Данный элемент способствует увеличению площади листьев, участвует в процессе фотосинтеза. Не принимая непосредственного участия в синтезе белков, калий ускоряет реакции, связанные с их образованием. При недостатке калия аммиачный азот не включается в метаболизм, что приводит к снижению содержания аминокислот в растениях (Шеуджен, 2003; Блэк, 1973; Кук, 1970).

Критический этап в питании растений калием приходится на ранний период их развития, а максимальное накопление – на период интенсивного роста и образования вегетативной массы. Например, для сахарной свеклы обеспеченность растений калием особенно важна в период интенсивного сахаронакопления (Корниенко и др., 2011).

Опосредованно, через активизацию хлорофилла, калий участвует в энергетическом и углеводном об-

мене и перемещении углеводов из органов образования в органы накопления (репродуктивные органы и корнеплоды). Данному элементу питания присуща функция повышения зимостойкости и морозостойкости озимых колосовых культур, холодостойкости яровых культур (Малюга, 1992). Калий участвует в поглощении растениями воды и ее транспорте. Увеличивая гидрофильность коллоидов протоплазмы, он способствует поддержанию растительного организма в физиологически активном состоянии. При достаточном калийном питании растения становятся более устойчивыми к засухе, что особенно важно в условиях недостаточного увлажнения северной зоны Краснодарского края. Недостаточная обеспеченность растений калием затягивает развитие культур и их созревание. При оптимальном питании калием изменяется анатомическое строение растений, например, у злаков увеличивается толщина стенок соломины, что делает ее более устойчивой к полеганию. Кроме того, повышается устойчивость сельскохозяйственных культур к болезням и вредителям, увеличивается лежкость корнеплодов сахарной свеклы.

На Северокубанской сельскохозяйственной опытной станции Краснодарского НИИСХ в 1979-2008 гг. проводились экспериментальные исследования в агроценозе десятипольного зернопропашного севооборота: озимая пшеница – озимая пшеница – сахарная свекла – озимая пшеница – кукуруза – озимая пшеница (горох в 3-ей ротации) – озимая пшеница – подсолнечник – яровой ячмень – кукуруза. Среднегодовое количество осадков за время исследований составило 569 мм с варьированием от 399 до 861 мм.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый. На период закладки стационарного опыта (1978 г.) почва имела следующие агрохимические показатели (слой 0-30 см): содержание гумуса – 3.9%, подвижного фосфора и калия (по Мачигину) – 12.9 мг P_2O_5 /кг почвы и 380 мг K_2O /кг поч-

Таблица 1. Дозы удобрений, вносимые под культуры севооборота, кг д.в./га

Вариант опыта	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Сахарная свекла	Озимая пшеница	Кукуруза	Горох	Озимая пшеница	Подсолнечник	Яровой ячмень	Кукуруза
Контроль	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NPK + навоз	60-60-60	60-60-60 + 60 т/га навоза	60-80-60	40-60-60	60 т/га навоза	25-30-30	20-40-0	40-60-0	40-60-40	40-60-40
NPK	60-60-60	60-60-60	60-80-60	40-60-60	-	25-30-30	20-40-0	40-60-0	40-60-40	40-60-40
NP	60-60-0	60-60-0	60-80-0	40-60-0	-	25-30-0	20-40-0	40-60-0	40-60-0	40-60-0
NK	60-0-60	60-0-60	60-0-60	40-0-60	-	25-0-30	20-0-0	40-0-0	40-0-40	40-0-40
PK	0-60-60	0-60-60	0-80-60	0-60-60	-	0-30-30	0-40-0	0-60-0	0-60-40	0-60-40

вы. Дозы удобрений под отдельные культуры сево-оборота представлены в **табл. 1**. В звене севооборота сахарная свекла – озимая пшеница – кукуруза под кукурузу минеральные удобрения не вносились (вносился навоз в дозе 60 т/га), а в звене горох – озимая пшеница – подсолнечник калийные удобрения вносили только под горох. Средние дозы минеральных и органических удобрений на гектар севооборотной площади за три

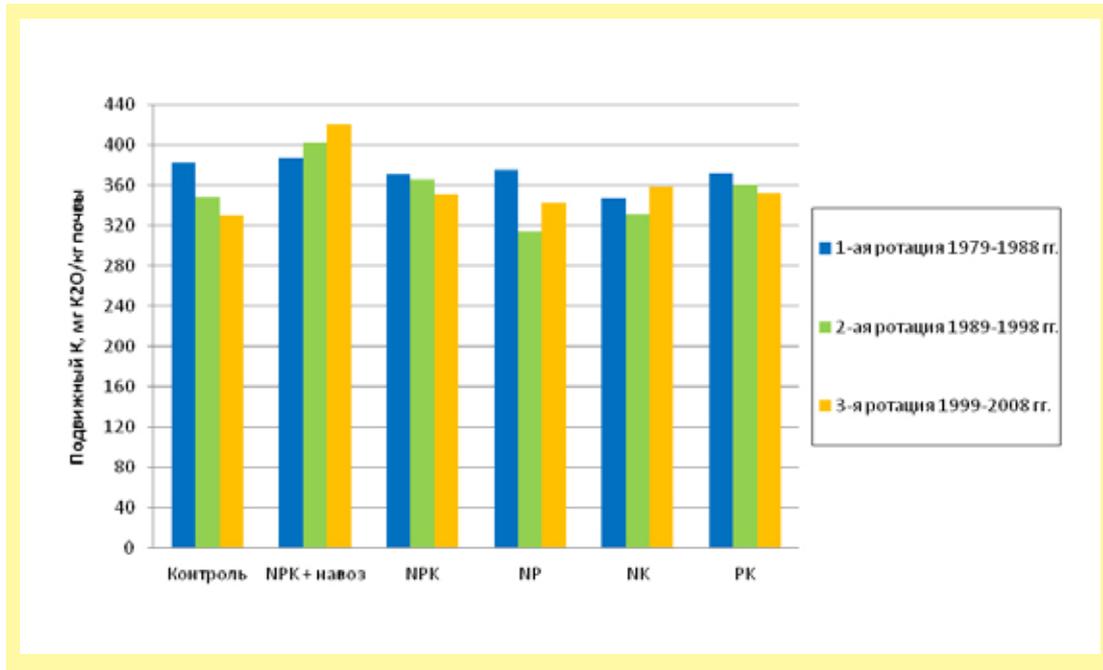


Рисунок 1. Динамика содержания подвижного калия в слое почвы 0-30 см в разных вариантах опыта по ротациям севооборота (в среднем за ротацию).

ротаии севооборота составили: N – 45 кг/га, P₂O₅ – 53 кг/га, K₂O – 36 кг/га и навоз – 12 т/га.

Тридцатилетние наблюдения за динамикой содержания обменного калия в пахотном слое почвы по ротациям севооборота (**рис. 1**) свидетельствуют о том, что наибольшие потери в содержании подвижного калия в почве (на 52 мг K₂O/кг почвы или на 14%) произошли в неудобряемом контрольном варианте опыта. Интересно отметить, что при использовании только азотно-фосфорных удобрений содержание подвижного калия очень резко упало во 2-ой ротации (на 61 мг K₂O/кг почвы или на 16%). За исключением варианта с внесением минеральных удобрений на фоне навоза, заметное снижение содержания подвижного калия (на 2-9%) во 2-ой ротации наблюдалось и в остальных вариантах опыта. Это объясняется тем, что данная ротация (1989-1998 гг.) совпала со среднесухим циклом увлажнения, что способствовало фиксации почвой ионов калия. Увеличение содержания подвижного калия в 3-ей ротации (1999-2008 гг.) в варианте без внесения калийных удобрений (на 28 мг K₂O/кг почвы или на 9%), по-видимому, связано с обратным процессом, т.е. с высвобождением калия из необменной формы.

Все вышеуказанные изменения происходили в

границах класса высокой обеспеченности почвы подвижным калием (301-400 мг/кг почвы). При органо-минеральной системе применения удобрений более высокие дозы внесения элементов питания в почву, включая калий, привели к накоплению подвижного калия в почве, и переходу почвы в категорию очень высоко обеспеченной подвижным калием.

Учет урожайности сельскохозяйственных культур за три ротации зернопропашного севооборота показал (**табл. 2**), что максимальная продуктивность достигалась при внесении минеральных удобрений на фоне последствия навоза. На втором месте по достигнутому уровню урожайности практически для всех культур севооборота был вариант с применением полного минерального удобрения без навоза.

При достигнутом в опыте уровне продуктивности сельскохозяйственных культур применение калийных удобрений в среднем за три ротации севооборота повышало урожай зерна озимой пшеницы на 0.18 т/га, гороха – на 0.10 т/га, а ярового ячменя – на 0.17 т/га. В процентном выражении прибавка урожайности всех трех указанных культур была равной и составила только 4%. Прибавка урожая

Таблица 2. Урожайность культур севооборота в среднем за 3 ротации.

Вариант опыта	Озимая пшеница		Горох		Яровой ячмень		Кукуруза		Подсолнечник		Сахарная свекла	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Контроль	2.96	-	2.09	-	3.00	-	5.01	-	2.30	-	29.5	-
NPK + навоз	5.27	2.31	2.48	0.39	4.39	1.39	6.00	0.99	2.73	0.43	45.0	15.5
NPK	4.91	1.95	2.38	0.29	4.25	1.25	5.55	0.54	2.67	0.37	42.7	13.2
NP	4.73	1.77	2.28	0.19	4.08	1.08	4.92	-0.09	2.65	0.35	39.1	9.6
NK	3.77	0.81	2.36	0.27	3.65	0.65	5.26	0.25	2.43	0.13	36.0	6.5
PK	3.63	0.67	2.39	0.30	3.47	0.47	5.06	0.05	2.55	0.25	36.8	7.3

Примечание: 1 – урожай товарной продукции, т/га; 2 – прибавка урожая, т/га. Для всех культур, кроме гороха, урожайные данные представлены за 30 лет (1979-2008 гг.), для гороха – за 10 лет (1999-2008 гг.).

Таблица 3. Технологическое качество товарной продукции культур в среднем за 3 ротации.

Вариант опыта	Белок								Масло		Сахар	
	Озимая пшеница		Горох		Яровой ячмень		Кукуруза		Подсолнечник	Сахарная свекла		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Контроль	11.4	0.34	23.3	0.49	11.2	0.34	9.2	0.46	51.2	1.18	15.7	4.63
NPK + навоз	13.2	0.70	25.1	0.62	11.8	0.52	11.5	0.69	50.7	1.38	15.6	7.02
NPK	12.8	0.63	25.3	0.60	11.8	0.50	11.6	0.64	51.0	1.36	16.0	6.83
NP	12.5	0.59	25.1	0.57	11.6	0.47	10.5	0.52	51.0	1.35	15.8	6.18
NK	12.3	0.46	24.9	0.59	11.5	0.42	11.3	0.59	52.8	1.28	15.2	5.47
PK	11.2	0.41	24.1	0.58	10.7	0.37	9.2	0.47	52.4	1.34	16.1	5.92

Примечание: 1 – содержание, %; 2 – сбор, т/га (средние значения за то же количество лет, что и в табл. 2).

зерна кукурузы и корнеплодов сахарной свеклы в результате внесения калийных удобрений была гораздо существеннее и в среднем за период наблюдений составила соответственно 0.63 т/га (13%) и 3.6 т/га (9%).

Таким образом, даже при высокой обеспеченности пахотного слоя чернозема обыкновенного подвижными формами калия исключение этого элемента питания из состава удобрений снижало продуктивность возделываемых культур. При этом наибольшим недобором урожая при внесении только азотно-фосфорных удобрений отличались пропашные культуры – сахарная свекла и кукуруза.

Изучение качества основной продукции сельскохозяйственных культур свидетельствует о том, что при оптимальной обеспеченности растений элементами питания, в том числе и калием, повышается содержание белка в зерне зерновых и зернобобовых культур (табл. 3). Так, благодаря применению калийных удобрений содержание белка в зерне кукурузы в среднем за три ротации севооборота выросло больше всего – на 1.1%, а в зерне озимой пшеницы, ярового ячменя и гороха на 0.2-0.4%. В результате применения калийных удобрений белковая продуктивность зерна кукурузы и остальных зерновых и зернобобовых культур в среднем выросла на 0.12 и 0.03-0.04 т/га соответственно. При внесении изученных доз калийных удобрений не было их последствий на качество семян подсолнечника (содержание масла). Благодаря применению калийных удобрений сахаристость сахарной свеклы выросла несильно – в среднем на 0.2%, но в результате заметного прироста урожайности сбор сахара повысился на 0.65 т/га. В целом, лучшие показатели качества у всех культур севооборота достигались при внесении навоза в дополнение к минеральным удобрениям.

Таким образом, при достигнутом в опыте уровне урожайности сельскохозяйственных культур применение калийных удобрений способствовало повышению продуктивности растений и улучшению качества получаемой продукции, несмотря на высокую обеспеченность обыкновенного тяжелосуглинистого чернозема подвижными формами калия. Максимальный эффект от внесенного в почву калия наблюдался на таких калиелюбивых культурах, как сахарная свекла и кукуруза. Соглас-

но полученным данным, для поддержания запасов обменного калия в черноземе обыкновенном Западного Предкавказья и получения стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур необходимо внесение калийных удобрений в среднем в дозе 36 кг К₂О из расчета на один гектар севооборотной площади.

Баршадская С.И. – заведующая отделом земледелия и защиты почв от эрозии Северокубанской сельскохозяйственной опытной станции Краснодарского НИИСХ (ст. Ленинградская, Краснодарский край), доктор сельскохозяйственных наук.

Дерека Ф.И. – преподаватель кафедры общего земледелия Кубанского государственного аграрного университета, кандидат сельскохозяйственных наук.

Авторы благодарны региональному директору Международного института питания растений по Югу и Востоку России Носову В.В. за ряд комментариев при подготовке статьи.

Литература

- Кулаковский Т.Н., 1990. Оптимизация агрохимической системы почвенного питания растений. М.: Агрохимиздат. 219 с.
- Минеев В.Г., 1999. Агрохимия и экологические функции калия. М.: Изд-во МГУ. 332 с.
- Прокошев В.В. и Дерюгин И.П. Калий и калийные удобрения. М.: Ледум, 2000. 184 с.
- Полевой В.В., 1989. Физиология растений. М.: Высшая школа. 464 с.
- Агеев В.В. и Подколзин А.И., 2006. Агрохимия, Т. 2. Ставрополь. 276 с.
- Баршадская С.И., 2010. Продуктивность озимой пшеницы в северной зоне Краснодарского края (2-ое дополненное издание). Краснодар. 254 с.
- Ониани О.Г., 1981. Агрохимия калия. М.: Изд-во МГУ. 200 с.
- Шеуджен А.Х., 2003. Биогеохимия. Майкоп. С. 145-153.
- Блэк К.А., 1973. Растения и почва. М.: Колос. 503 с.
- Кук Дж., 1970. Регулирование плодородия почвы. М.: Колос. 520 с.
- Корниенко А.В., Бражник А.П. и Баршадская С.И., 2011. Влияние органических и минеральных удобрений на урожайность и качество сахарной свеклы на черноземе карбонатном (обыкновенном) Западного Предкавказья. Рамонь. 235 с.
- Малюга Н.Г., 1992. Озимая сильная пшеница на Кубани. Краснодар: Кн. изд-во. 240 с.

Кому принадлежит доминирующая роль в подавлении стеблевых гнилей кукурузы при применении хлористого калия: калию или хлору?

Цз. Цзинь, Кс. Лиу и П. Хэ

Стеблевые гнили кукурузы – вредоносные болезни растений, широко распространенные в основных регионах возделывания кукурузы в Китае. Как показали проведенные ранее исследования, хлористый калий играет значимую роль в подавлении стеблевых гнилей кукурузы. В настоящей работе изучалось влияние питания растений калием и хлором на поражение кукурузы указанными болезнями. Было показано, что калий выполняет важные функции в процессе подавления стеблевых гнилей кукурузы.

Стеблевые гнили кукурузы – группа болезней, которые становятся все более распространенными при выращивании кукурузы в Китае. Средние ежегодные потери урожая зерна кукурузы в этой стране от поражения стеблевыми гнилями составляют примерно 20%, а на отдельных полях могут достигать и 50%. Давно известно, что калий играет

важную роль в снижении заболеваемости растений. Применение калийных удобрений – одна из немногих эффективных мер по подавлению стеблевых гнилей кукурузы. Как показали результаты 12-летнего полевого опыта, проведенного в провинции Цзилинь¹, внесение в почву хлористого калия снижает степень распространения стеблевых гнилей кукурузы на 48% (Liu et al., 2007). Однако вопросу о том, какой именно элемент в хлористом калии (калий или хлор) играет доминирующую роль в подавлении стеблевых гнилей кукурузы, в целом уделялось недостаточно внимания. Поэтому настоящее исследование и было посвящено изучению данного вопроса.

Провинция Цзилинь считается «кукурузным поясом» Китая, поскольку она занимает первое место по площадям, ежегодно засеваемым кукурузой (Jia, 2004). В 2005 г. в районе г. Гонгжулин провинции Цзилинь был проведен полевой опыт, который включал следующие варианты: внесение NP-удобрений — фон и применение на этом фоне калий- и хлорсодержащих удобрений в различных сочетаниях и дозах (K120, K240, K120Cl90, K240Cl180, Cl90 и Cl180). Расположение делянок — рандомизированное, повторность — 4-кратная. Размер делянок — 40 м². Значение рН водной суспензии и содержание доступных форм элементов питания в слое почвы 0-20 см перед закладкой опыта даются в **табл. 1**. Содержание доступных форм элементов питания в почве определялось с помощью методов анализа почв, используемых «Агро Сервисиз Интернэшнл» (Agro Services International) (PPI/PPIC Beijing Office, 1992). Исходя из результатов почвенных анализов, в почву перед посевом внесли также S, Zn и Cu в дозах 20, 10 и 1.0 кг/га (в пересчете на элемент), соответственно. Поскольку почва была хорошо обеспечена доступным кальцием, и сельскохозяйственные культуры в выбранном регионе не отзываются на внесение в почву кальция, для оценки влияния хлора на урожайность



Рис. 1. Раздельное и совместное влияние калия и хлора на развитие гибридов кукурузы Цзидань 180 (вверху) и Цзидань 327 (внизу) в период удлинения междоузлий.

¹В данной провинции Китая широко распространена фузариозная стеблевая гниль кукурузы, и одним из доминирующих видов возбудителей является *Fusarium graminearum* (здесь и далее – прим. переводчика).

Таблица 1. Исходная характеристика почвы опытного участка (провинция Цзилинь).

Гумус, %	N-NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	B	Fe	Mn	Cu	Zn	Cl	pH _{H2O}
	мг/кг почвы			г/кг почвы		мг/кг почвы							
2.4	8.6	5.9	42.4	3.0	0.4	12.9	1.8	102.5	12.8	2.7	1.0	30.2	5.8



Рис. 2. У растений кукурузы, не получавших калийного удобрения (ряды слева), листья тускнели и становились серо-зелеными. В то же время у растений, удобрявшихся калием (ряды справа), листья оставались еще зелеными.

кукурузы и поражение растений болезнями в почву вносили хлористый кальций (CaCl_2). Для изучения совместного действия калия и хлора был использован хлористый калий (KCl). Эффективность только калия оценивалась при внесении в почву калийной селитры (KNO_3). Дозы удобрений по вариантам опыта приведены в **табл. 2**. В опыте выращивали два коммерческих гибрида кукурузы — Цзидань 180, который характеризуется умеренной устойчивостью к стеблевым гнилям, и Цзидань 327, который считается восприимчивым к данным болезням. Густота стояния растений составила 50 тыс. растений/га. Степень распространения стеблевых гнилей кукурузы оценивалась перед уборкой.

В период удлинения междоузлий по вариантам опыта наблюдались заметные различия в развитии выбранных двух гибридов кукурузы с разной устойчивостью к стеблевым гнилям (см. **рис. 1**). Под действием внесенного в почву калия, а также калия совместно с хлором, у обоих гибридов кукурузы наблюдалось значимое снижение степени распространения стеблевых гнилей перед уборкой и прирост урожайности зерна (**табл. 3**). При внесении одного хлора подобного эффекта не наблюдалось. У гибрида Цзидань 327 степень распространения стеблевых гнилей снижалась на 50–64%, а урожайность повышалась на 13–23% во всех вариантах опыта с внесением калия, а также калия и хлора. У гибрида Цзидань 180 степень распространения болезней в указанных



Рис. 3. Ломкость стеблей и обвисание початков – типичные признаки стеблевых гнилей кукурузы. Проведенные в сентябре наблюдения показали, что растения на делянках без внесения калия (вверху) поражались стеблевыми гнилями сильнее, чем растения на делянках с внесением калия (внизу).

вариантах снизилась на 44–60%, а урожайность повысилась на 20–29% относительно варианта с внесением только азотных и фосфорных удобрений. Таким образом, стеблевые гнили сильнее подавлялись у восприимчивого к ним гибрида кукурузы, но урожайность зерна в большей степени повышалась у устойчивого к данным болезням гибрида.

При двукратном увеличении дозы хлористого калия, а также хлористого кальция, значимых изменений в степени распространения стеблевых гнилей и урожайности кукурузы не наблюдалось. Поражение кукурузы стеблевыми гнилями снижалось при вне-

Таблица 2. Дозы минеральных удобрений по вариантам опыта, кг д.в./га.

Вариант опыта	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	KNO_3		KCl		CaCl_2
	N	P_2O_5	K_2O	N	K_2O	Cl	Cl
NP (фон)	200	120	-	-	-	-	-
+ K_{120}	158	120	120	43	-	-	-
+ K_{240}	114	120	240	86	-	-	-
+ $\text{K}_{120}\text{Cl}_{90}$	200	120	-	-	120	91	-
+ $\text{K}_{240}\text{Cl}_{180}$	200	120	-	-	240	182	-
+ Cl_{90}	200	120	-	-	-	-	91
+ Cl_{180}	200	120	-	-	-	-	182

Таблица 3. Влияние калия и хлора на степень распространения стеблевых гнилей и урожайность двух гибридов кукурузы.

Вариант опыта	Цзидань 180				Цзидань 327			
	Степень распространения болезней, %	Снижение, %	Урожай зерна, кг/га	Прибавка, %	Степень распространения болезней, %	Снижение, %	Урожай зерна, кг/га	Прибавка, %
NP (фон)	24.6 a ¹	-	7114 с	-	34.1 а	-	6925 с	-
+ K ₁₂₀	13.7 b	44.4	9162 а	28.8	17.1 b	50.0	8544 а	23.4
+ K ₂₄₀	12.4 b	49.6	8546 b	20.1	12.3 b	63.8	7839 ab	13.2
+ K ₁₂₀ Cl ₉₀	10.8 b	55.9	8615 ab	21.1	13.8 b	59.7	8164 а	17.9
+ K ₂₄₀ Cl ₁₈₀	9.9 b	59.8	9050 ab	27.2	12.4 b	63.6	8252 а	19.2
+ Cl ₉₀	17.1 ab	30.3	7373 с	3.6	31.8 а	6.8	6340 с	-8.5
+ Cl ₁₈₀	17.3 ab	29.8	7166 с	0.7	30.4 а	10.8	6509 с	-6.0

¹Одинаковые буквы обозначают отсутствие статистически значимых различий (исходя из НСР, $p < 0.05$).

сении калия в почву, независимо от формы калийных удобрений.

При увеличении дозы вносимого калия (в форме KNO_3) от 120 до 240 кг K_2O /га наблюдалось снижение урожайности гибрида Цзидань 180, но степень распространения стеблевых гнилей при этом не изменилась. По сравнению с вариантом опыта, где калий вносился в форме KNO_3 в дозе 120 кг K_2O /га (K120), снижение урожайности в других вариантах с внесением калия (K240, K120Cl90 и K240Cl180) частично могло быть вызвано стеблевыми гнилями, но большее влияние, по-видимому, оказывало несбалансированное внесение элементов питания с удобрениями. Аш и Браун (Ash and Brown, 1991) получили аналогичные результаты – в их исследовании степень распространения болезней не коррелировала с величиной потери урожая, но большое влияние на взаимосвязь между указанными показателями оказывали дозы вносимых азотных удобрений.

Для получения стабильно высоких урожаев выбранных гибридов кукурузы в изученном регионе доза калия в 120 кг K_2O /га представляется наиболее оптимальной, а 240 кг K_2O /га – избыточной. При внесении хлористого калия в дозе по калию 120 кг K_2O /га положительного взаимодействия между калием и хлором выявлено не было, но есть основания полагать, что хлор помогал ослабить отрицательное влияние двойной дозы хлористого калия (240 кг K_2O /га) на урожайность гибрида Цзидань 180.

В опыте, проведенном Хекманом (Hekman, 1998), внесение в почву хлористого калия приводило к снижению степени распространения стеблевых гнилей кукурузы на 67% по сравнению с вариантом, где в равной по калию дозе вносился сульфат калия. Данные результаты означают, что хлор играет важную роль в подавлении стеблевых гнилей кукурузы. Результаты же наших исследований, напротив, свидетельствуют о том, что в сравнении с калием хлор играет менее важную роль в подавлении указанных болезней кукурузы. Подобные противоречия можно объяснить различиями в содержании доступных растениям форм элементов питания (прежде всего калия и хлора) в изученных почвах. По сообщению Саного и Янга (Sanogo and Yang, 2001), внесение хлористого калия в почву, хорошо обеспеченную обменным калием, на 36% снижало степень развития син-

дрома внезапной гибели сои² – болезни растений, которая передается через почву. При внесении сульфата калия и калийной селитры степень развития указанной болезни сои, наоборот, повышалась – соответственно на 43% и 45% по сравнению с контрольным вариантом опыта. Таким образом, хлор помогал уменьшить поражение синдромом внезапной гибели сои, а положительного эффекта от внесения в почву калия не наблюдалось. Сравнение содержания доступных форм калия в почве (в слое 0-20 см) в нашем исследовании и в проведенном в США опыте Хекмана, свидетельствует о том, что в опыте Хекмана исходное содержание обменного калия составило 92 мг К/кг почвы, а это более чем в два раза превышает значение указанного показателя в нашем исследовании (табл. 1). Кроме того, в опыте Хекмана содержание хлора в слое почвы 0-30 см составило только 6 мг Cl/кг почвы (низкий уровень), тогда как в нашем исследовании содержание хлора в слое почвы 0-20 см было 30 мг Cl/кг почвы. Следовательно, при недостаточном содержании в почве доступного калия и достаточном содержании хлора питание растений кукурузы калием оказывало гораздо более сильное влияние на поражаемость стеблевыми гнилями, чем питание хлором. Предположительно, питание растений хлором играет большую роль при достаточной обеспеченности почвы доступным калием и недостаточной обеспеченности хлором.

В заключение следует отметить, что роль калия и хлора в подавлении болезней растений должна изучаться одновременно с определением содержания доступных форм данных элементов питания в почве. Поэтому от обеспеченности почвы доступными растениям формами калия и хлора зависит, какой элемент – калий или хлор играет доминирующую роль в подавлении стеблевых гнилей кукурузы. Для контроля болезней растений и повышения урожайности необходимо выработать стратегию сбалансированного применения минеральных удобрений.

Д-р Цзинь – Региональный директор Международного института питания растений (МИПР) по Китаю, профессор Института сельскохозяйственных ресурсов и регионального планирования (ИСХРПР)

²Вызывается грибом *Fusarium solani* f. sp. *glycines*.

Китайской академии сельскохозяйственных наук (КАСХН); e-mail: jjin@ipni.net.

Д-р Хэ – заместитель регионального директора МИПР по Китаю (программа на Севере Центрального Китая), профессор ИСХРиП КАСХН; e-mail: phe@ipni.net.

Д-р Лиу – научный сотрудник ИСХРиП КАСХН; e-mail: liuxu@caas.ac.cn

Авторы благодарны проф. К. Цянгу, проф. Кс. Вонгу и проф. К. Цзиню из Цзилиньской академии сельскохозяйственных наук за помощь в проведении полевых опытов и изучении распространения стеблевых гнилей кукурузы.

Литература

- Ash, G.J. and J.F. Brown. 1991. *Australasian Plant Pathology*, 20: 108–114.
- Heckman, J.R. 1998. *Journal of Plant Nutrition*, 21: 149–155.
- Jia, N.X. 2004. *Journal of China Agricultural Resources and Regional Planning* 25: 38–42. (in Chinese with English abstract).
- Liu et al. 2007. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 13(2): 279–284. (in Chinese with English abstract).
- PPI/PPIC Beijing Office. 1992. *Systematic Approach for Soil Nutrient Evaluation*. Beijing: China Agricultural Sciencetech Press, 54–70. (in Chinese).
- Sanogo, S. and X.B. Yang. 2001. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 23: 174–180.

Перевод с английского и адаптация: В.В. Носов.

Обзор научных публикаций

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

Последствие удобрений на физико-химические и агрохимические свойства чернозема типичного

Б.С. Носко, В.И. Бабынин, Е.Ю. Гладких, *Агрохимия*, №4, 2012

Обобщены результаты исследований в многолетнем стационарном опыте, который проводится на черноземе типичном тяжелосуглинистом с целью изучения закономерностей последствия удобрений. Почвенные образцы отбирались с 11-ти вариантов, включая залежь (более 75 лет), абсолютный контроль и внесение минеральных удобрений в различных дозах ежегодно, а также в запас на фоне внесения 140 т/га навоза.

При распашке залежи содержание гумуса в пахотном слое уменьшалось на 0.7-1.3%. Внесение навоза и минеральных удобрений снижало интенсивность минерализации гумуса, при этом эффект от систематического внесения был заметнее, чем от внесения в запас.

Практически во всех вариантах опыта снижалась сумма поглощенных катионов (с 30 в залежи до 20-25 мг•экв/100 г почвы на удобренных фонах). При систематическом внесении минеральных удобрений снижение показателя было интенсивнее.

За 6 ротаций 6-польного севооборота во всех вариантах опыта сложился отрицательный баланс азота и калия. Тем не менее, в вариантах с запасным и особенно систематическим внесением минеральных удобрений установлено повышение запасов минерального азота и обменного калия по отношению к контролю соответственно на 15-18 и 14%. Дефицитный баланс фосфора наблюдался только в контрольном варианте опыта и на фоне внесения навоза.

Последствие минеральных удобрений, внесенных в запас, наблюдалось в течение 25-летнего

периода. Под влиянием систематического применения удобрений был сформирован антропогенно измененный почвенный профиль с повышенным содержанием подвижных форм гумуса, фосфора, азота и калия. При этом изменение структуры и фракционного состава питательных веществ в почве способствовало повышению продуктивности звена севооборота на 20–30% в вариантах с запасным внесением удобрений (25-й год последствия) и на 78–88% в вариантах с систематическим применением удобрений.

Роль гранулометрических фракций почв в сорбции и десорбции калия

В.Л. Петрофанов, *Почвоведение*, №6, 2012

В статье изложены результаты анализа сорбционной и десорбционной способностей дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы и чернозема типичного легкосуглинистого по отношению к калию. Образцы почв отбирались из длительных полевых опытов с удобрениями. Наибольшая способность как к закреплению, так и к высвобождению калия отмечена у фракций менее 10 мкм. При этом фракции <0.2 мкм наиболее обогащены легкодоступным калием. Более крупные фракции (>10 мкм) легко десорбируют калий в раствор, а илистые фракции удерживают калий прочнее. Поэтому растения в первую очередь используют калий, десорбируемый из крупных фракций. Однако основная роль в калийном питании растений принадлежит фракциям <10 мкм.

Отмечено, что использование различных систем применения удобрений не влияет на изменение коэффициентов скорости десорбции калия из коллоидной фракции, тогда как для фракций 0.2-1.0 и 1-10 мкм были заметны различия по вариантам опытов.

После инкубирования образцов гранулометрических фракций с раствором, содержащим хлористый калий, перераспределение в высвобождении калия происходило главным образом между фракциями <10 мкм: доля коллоидных частиц в калийсодержащей способности почв уменьшалась, а более крупных фракций – увеличивалась.

Структура урожая и урожайность сои в зависимости от уровней минерального питания в условиях Центрального Нечерноземья

Т.Д. Сихарулидзе, В.К. Храмой, Плодородие, №3, 2012.

Выявлено влияние калийных, борных, молибденовых и разных доз азотных удобрений на структуру урожая и урожайность сои. Исследования проводили на дерново-подзолистой супесчаной почве с сортом сои Магевва в 2007-2010 гг. Схема опыта включала 8 вариантов: 1) Абсолютный контроль; 2) K60; 3) K60+ВМо (Фон); 4) Фон + N30; 5) Фон + N60; 6) Фон + N90; 7) Фон + N30 + N30; 8) Фон + N60 + N30.

Согласно результатам опыта, соя в условиях Центрального Нечерноземья способна формировать высокие урожаи (1.8-3.5 т/га) только в годы с повышенным температурным режимом и средним или повышенным количеством осадков в период цветения-налива семян (июль). Увеличение урожайности сои под влиянием минеральных удобрений происходило в основном за счет увеличения количества бобов и семян на 1 растении. Наиболее стабильными показателями признаны количество семян на 1 боб и масса семян.

Калийные удобрения в среднем за 4 года исследований повышали по сравнению с контролем количество бобов на 9%, массу 1000 семян на 13%, урожайность на 0.25 т/га (19% к контролю). Прибавка за счет микроэлементов составила 0.26 т/га, или 20%. Внесение азотных удобрений в дозах 30 и 90 кг/га в основное удобрение, а также азотные подкормки в фазе ветвления в дозе 30 кг/га не дали прибавки урожая семян сои по сравнению с фоном K60ВМо и только в дозе 60 кг/га увеличили урожайность на 0.14 т/га, или на 8%.

Влияние минеральных удобрений на сортовую отзывчивость картофеля

А.В. Ивойлова, А.А. Танин, Агротехника, №3, 2012

Результаты 3-летних полевых опытов, проведенных на черноземе выщелоченном среднесуглинистом в условиях юга Нечерноземья, показали, что отзывчивость трех изученных сортов картофеля (Жуковский ранний – ультраскороспелый, Удача – раннеспелый и Петербургский – среднеспелый) на удобрения зависела как от особенностей сорта, так и от метеорологических условий вегетационного

периода. В среднем за 3 года исследований наиболее урожайным во всех вариантах опыта был сорт Удача, а наименее урожайным – Жуковский ранний. Картофель сорта Удача лучше отзывался на внесение минеральных удобрений в большинстве вариантов опыта – урожайность клубней повышалась на 22-32%. У сортов Жуковский ранний и Петербургский самая высокая прибавка урожайности относительно контроля получена при внесении N145P60K120 (соответственно 5.3 и 9.1 т/га или 26 и 35%). Для картофеля сорта Удача лучший эффект давало применение N135P135K135 (прибавка урожайности составила 9.5 т/га или 32%).

Применение минеральных удобрений (N45P45K45 и N145P60K120) способствовало росту содержания сухих веществ в клубнях картофеля сорта Удача. У сортов Жуковский ранний и Петербургский влияние удобрений на содержание сухих веществ в клубнях было недостоверным. Внесение удобрений достоверно увеличивало содержание крахмала в клубнях у сорта Удача – на 0.9, 1.3 и 0.6 абсолютных % соответственно в вариантах с внесением N45P45K45, N90P90K90 и N145P60K120. У сортов Жуковский ранний и Петербургский внесение N135P135K135 достоверно снижало содержание крахмала в клубнях картофеля – на 1.0% в абсолютных величинах. В целом, применение минеральных удобрений за счет прироста урожайности способствовало увеличению сбора сухих веществ и крахмала с единицы площади.

Средние показатели по затратам элементов питания на формирование 1 т клубней с соответствующим количеством ботвы (азота – 3.7-4.5, фосфора – 0.7-0.8, калия – 5.9-6.1 и кальция – 1.3 кг/т) отличались от справочных данных. Наименьшим коэффициентом использования основных элементов питания из удобрений отличался сорт Жуковский ранний (30, 6 и 42% соответственно для N, P₂O₅ и K₂O), наибольшим – сорт Удача (66, 13 и 80%), а сорт Петербургский занимал промежуточное положение (35, 8 и 52%).

Установлена достоверная тесная зависимость между урожайностью и продолжительностью периода цветения-отмирание ботвы (для интервала 24-51 сут.) Удлинение периода цветения-отмирание ботвы на 1 сутки обеспечивало увеличение сбора клубней в среднем на 0.84 т/га. В свою очередь, продолжительность этого периода напрямую зависела от удобрений, применение которых продлеvalo период цветения-отмирание ботвы на 5-12 суток в зависимости от года возделывания и особенностей сорта.

Эффективность почвенных удобрений при возделывании зернового озимого тритикале на южных черноземах

А.И. Грабовец, К.Н. Бирюков, И.В. Ляшков, Агротехника, №4, 2012

По результатам исследования, проведенного в условиях недостаточного и неустойчивого увлажне-

ния на южных среднemocных черноземах, выявлены наиболее оптимальные и рентабельные способы использования сложных удобрений при возделывании озимого тритикале в степной части Дона и определена степень отзывчивости на них новых высокопродуктивных сортов. Наиболее эффективным агроприемом признано внесение фосфорсодержащих удобрений под основную обработку почвы и проведение ранневесенних азотных подкормок. В любой год, в том числе и при острых засухах, отмечена высокая эффективность использования ЖКУ в виде внекорневых подкормок в фазе выхода в трубку на фоне внесения аммофоса и ранневесеннего внесения азота. Максимальные прибавки урожайности зерна на этом же фоне были получены при подкормке мочевиной в фазе начала колошения. Выявлена повышенная реакция озимого тритикале на удобрения. Из 4-х изученных сортов в условиях увеличения аридности климата возделывание сортов Бард и Консул было более рентабельным, чем сортов Зимогор и Трибун.

Изучение географических закономерностей действия удобрений на продуктивность зерновых культур с учетом агрометеорологических условий на территории Нечерноземной зоны

В.А. Романенков, М.В. Беличенко, М.П. Листова, В.Н. Павлова, Агрохимия, №4, 2012.

На примере отдельного хозяйства (Московская область) и при усредненных данных (Ниже-

городская и Владимирская области) построены модели, позволяющие исследовать динамику продуктивности озимой пшеницы и ярового ячменя и зависимость прибавки урожайности зерновых от доз азотных удобрений от условий увлажненности весеннего периода. Модель позволяет составлять прогноз окупаемости азотных удобрений на ранних этапах вегетации, зная условия увлажненности весеннего периода. Максимум окупаемости для озимой пшеницы пропорционален апрельским осадкам, которые способствуют повышению прибавки урожая озимых на 0.6-1.5 кг зерна/кг N на каждые 10 мм осадков, для ярового ячменя этот показатель составил 0.5-0.9 кг зерна/кг удобрений.

Устойчивое управление прибавками урожая и окупаемостью удобрений для зерновых культур на территории Нечерноземной зоны возможно в диапазоне доз азотных удобрений N60-90, при этом варьирование, связанное с изменением окультуренности почвы, сопоставимо с влиянием погодных условий. В годы с благоприятными погодными условиями оптимальная доза азотных удобрений возрастает до N120-180, и ее ежегодная корректировка требует обязательного учета степени окультуренности почв. Также установлено, что за счет повышения окультуренности почв можно в определенных пределах компенсировать неблагоприятные для зерновых агроклиматические условия. При отсутствии надежных динамических азотных моделей, обеспечивающих требуемую точность агрохимических расчетов, предлагаемая методика расчетов представляется доступной для практического использования.

Обзор научных публикаций BETTER CROPS with plant food, №1, 2012

Ежеквартальный журнал

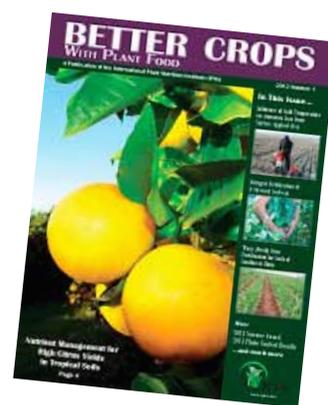
Международного института питания растений

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

Накопление элементов питания в плодах авокадо сорта Хасс

Р. Розекранс, Б. Фабер и К. Ловатт

Применение удобрений в соответствии с потребностью растений в элементах минерального питания повышает эффективность использования элементов питания из удобрений, является экономически выгодным и к тому же помогает сохранить окружающую среду. Для изучения накопления элементов питания плоды авокадо отбирали в течение 2-летнего периода, и полученные данные использовали для установления оптимальных сроков применения удобрений.



Повышение эффективности использования азотных удобрений в рыбных прудах

А. Такур, А. Банерджи и Г.Н. Чаттопадья

Для рыбных прудов обычно рекомендуются высокие дозы азотных удобрений, чтобы стимулировать рост естественных кормовых организмов, и, следовательно, рост рыбы. Однако в условиях подводной среды эффективность использования этих

удобрений низка. Внедрение ряда простых технологий может улучшить эффективность использования азотных удобрений в рыбоводстве.

Влияние серы на структуру урожая хлопчатника

К.Х. Йин, К.О. Гватмей К.Л. Мэйн

Влияние дефицита серы на структуру урожая хлопчатника мало изучено. В вегетационных опытах с хлопчатником при недостатке серы снижались масса семян и количество коробочек на одно растение, при этом возрастал относительный выход коробочек первого сбора.

Сбалансированное применение удобрений способствует повышению урожайности и качества восковой кукурузы в Чонкинге

Х. Хэ, В. Ли, Ш. Ту

Применение удобрений в оптимальных дозах не только обеспечивает высокую урожайность и качество восковой кукурузы, но также увеличивает прибыль сельхозпроизводителей. Внесение азотных и калийных удобрений в оптимальных дозах положительно влияет на содержание сахаров и амилопектина, от которых зависят вкусовые качества кукурузы.

Управление питанием картофеля на основе концепции «четырёх правил» в Китае

Ш. Ли, Дж. Цзинь

Низкое и несбалансированное применение удобрений лимитирует урожайность картофеля в Китае. Основным способом увеличить урожайность клубней и улучшить их качество, а также повысить эффективность использования элементов питания из удобрений – успешное внедрение рациональных систем применения удобрений в каждом регионе.

Низкие температуры не устраняют риск потери аммиачного азота при поверхностном внесении карбамида

Р. Энгель, К. Джонс, Т. Дженсен

Новые данные, полученные в полевых опытах в провинции Монтана (Канада), показали, что потери аммиака из карбамида, внесенного поверхностно вразброс при температуре почвы менее 5°C (без заделки в почву), а также при наличии тонкого слоя снега, выше прогнозируемых значений.

Некорневые подкормки риса нитратом калия

Т.Т. Сон, Л.Х. Ан, Й. Ронен и Х.Т. Холверда

Опыты с рисом во Вьетнаме (весенний и летний сезоны выращивания), проведенные на почве с низким содержанием обменного калия, показали, что проведение от одной до трех некорневых подкормок нитратом калия положительно влияет на урожайность и увеличивает чистый доход фермеров. Урожай зерна и чистый доход повышались, когда доза калия распределялась между основным внесением в виде хлористого калия и тремя некорневыми подкормками нитратом калия.

Рациональные системы применения удобрений для получения высокого урожая цитрусовых на почвах тропиков

Д.М. Джуниор, Х.А. Кваджио, Х. Кантарелла, Р.М. Боретто, Ф.Ц.Б. Замброси

В статье обобщены современные рекомендации по рациональному применению удобрений под цитрусовые культуры в условиях тропиков, разработанные с использованием методов почвенной и листовой диагностики и с учетом уровня урожайности и особенностей сортов, выращиваемых в Бразилии на промышленных плантациях.

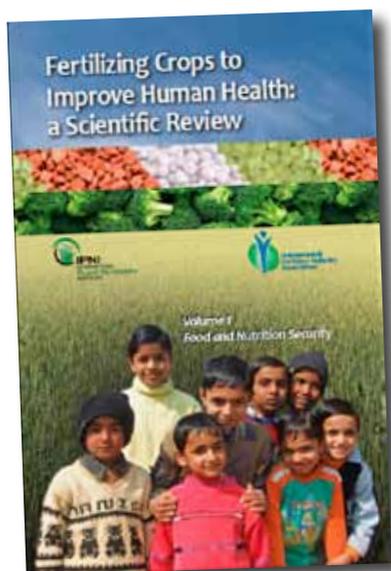
Применение азотных удобрений при недостатке азота у растений сои

Д. Менгель, Д. Руис-Диас, Р. Асебеде и Т. Максвелл

Как правило, соя считается культурой, не отзывчивой на применение азотных удобрений, однако при определенных условиях выращивания она положительно отзывается на внесение азота. Проведенные несколько лет назад в штате Канзас (США) исследования, результаты которых публиковались в этом же журнале, выявили отзывчивость сои на применение азотных удобрений при высоком уровне урожайности в условиях орошения. В данной статье рассматриваются и другие условия выращивания сои, когда она может отзываться на азотные удобрения.



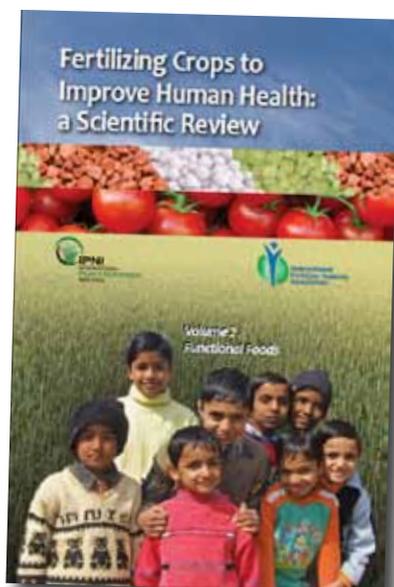
Научно-практическая литература



Как улучшить здоровье человека благодаря применению минеральных удобрений в растениеводстве: Научный анализ

Всемирная организация здравоохранения еще в 1948 г. дала следующее определение понятия «здоровье человека»: это «состояние, при котором у человека не просто отсутствуют болезни или физические недостатки, а достигается полное физическое, психологическое и социальное благополучие». Потребность населения Земли в продуктах питания удовлетворяется во многом благодаря тому, что при возделывании сельскохозяйственных культур применяются минеральные удобрения. Минеральные удобрения оказывают положительное влияние как на количественные показатели получаемого урожая, так и на его качество. Определение оптимальных форм, доз, сроков и способов внесения удобрений в соответствии с потребностью растений в элементах питания - основа рациональной системы применения удобрений, оказывающей к тому же положительное воздействие на здоровье и благополучие человека. Таким образом, усилия по устойчивому развитию сельского хозяйства, включая применение удобрений, должны быть максимально сосредоточены на улучшении здоровья людей. С учетом растущего населения Земли необходимо выполнение следующей задачи: здоровая и плодотворная жизнь для каждого человека. В настоящее время применение удобрений имеет огромное значение для здоровья людей, однако есть большой потенциал и для дальнейшего усиления роли удобрений.

Серия «Как улучшить здоровье человека благодаря применению минеральных удобрений в растениеводстве: Научный анализ» создана совместными усилиями Международного института питания растений (IPNI) и Международной ассоциации производителей удобрений (IFA). Редакторский комитет: Т.У. Бруулсема, П. Хеффер, Р.М. Уэлч, И. Чакмак и К. Моран. Данное издание вышло в трех томах (в целом состоящих из 11-ти глав). Все три тома можно скачать с сайта Международного института питания растений по следующей ссылке: <http://www.ipni.net/article/IPNI-3269>.



Том 1: Продовольственная безопасность и обогащение продукции растениеводства важными микро- и редкоземельными элементами

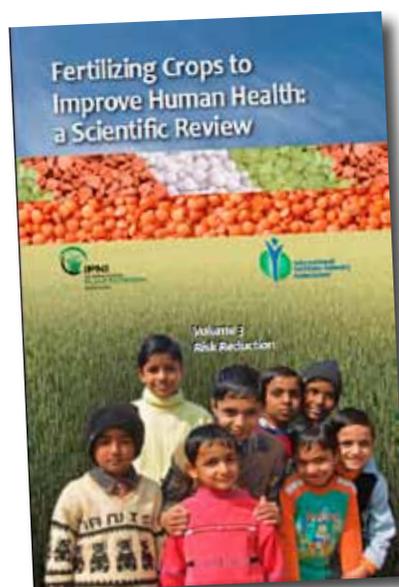
В первом томе рассматривается роль минеральных удобрений в повышении продуктивности растениеводства. Обсуждается также значение биофортификации для оптимизации содержания в сельскохозяйственной продукции необходимых человеку микроэлементов (цинк, йод и др.) и редкоземельных элементов (селен и др.).

Том 2: Питательная ценность продукции растениеводства

Во втором томе анализируется роль минерального питания растений в оптимизации содержания в растениеводческой продукции ряда макроэлементов (калий, кальций, магний), а также белков, жиров и углеводов. Кроме того, рассматривается положительное влияние минеральных удобрений на синтез растениями соединений, важных для здоровья человека (витамины и др.).

Том 3: Получение безопасной продукции растениеводства

Третий том посвящен обсуждению взаимосвязей между минеральным питанием растений и повышением их устойчивости к болезням, а следовательно, получением продукции растениеводства, наиболее безопасной для здоровья человека. Традиционные и органические системы земледелия сравниваются по показателям качества получаемой продукции и содержанию в ней компонентов, важных для здоровья человека. Отдельная глава посвящена положительной роли удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур на почвах, загрязненных радионуклидами (цезий-137 и стронций-90).



Компании - члены IPNI



Agrium Inc.



Arab Fertilizer Association (AFA)



Arab Potash Company

Arab Potash Company



BELARUSIAN POTASH COMPANY

ЗАО «Белорусская калийная компания»



CF Industries Holdings, Inc.



Canadian Fertilizer Institute (CFI)



Incitec Pivot



International Fertilizer Association (IFA)



International Potash Institute (IPI)



ОАО «Уралкалий»



Compass Minerals Specialty Fertilizers



International Raw Materials LTD



Intrepid Potash, Inc.



K+S KALI GmbH



The Mosaic Company



OCP S.A.



PotashCorp PotashCorp



Simplot



Sinofert Holdings Limited



SQM



The Fertilizer Institute (TFI)



Fertiliser Association of India (FAI)



Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA)



МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ
ИНСТИТУТ

Восточная Европа и Центральная Азия

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

Тел./Факс: 8 (495) 580 64 14

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

<http://www.ipni.net>

ipni-eeca@ipni.net

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