

УДК 631.83

ПРИМЕНЕНИЕ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ В РАЗВИТЫХ СТРАНАХ ЕВРОПЫ И АМЕРИКИ

© 2013 г. В.В. Носов

*Международный институт питания растений
(International Plant Nutrition Institute)
125466 Москва, ул. Ландышевая, 12, Россия
E-mail: vnosov@ipni.net*

Поступила в редакцию 28.05. 2012 г.

В статье проанализирована ситуация с применением калийных удобрений в ряде развитых стран (США, Канаде, Франции, Германии). Обобщены результаты исследований Международного института питания растений по агрохимии калия за последние годы.

Ключевые слова: калийные удобрения, агрохимия калия, Европа, Америка.

Сравнительный анализ уровня применения минеральных удобрений, включая калийные удобрения, на примере развитых стран мира позволяет получить важную информацию, с помощью которой можно наметить пути будущего развития растениеводства в России. Подобные данные были обобщены для четырех развитых стран – США, Канады, Франции и Германии, исходя из статистической информации по объемам потребления минеральных удобрений в этих странах, а также площади пашни, краткосрочных сенокосов, пастбищ (до 5-ти лет использования) и многолетних насаждений. Эти данные публикуются Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций [1].

Результаты проведенных расчетов представлены на рис. 1. Обращает на себя внимание заметное снижение уровня применения азотных, фосфорных и калийных удобрений во всех вышеуказанных странах в период кризиса 2008–2009 гг. Важно отметить, что спрос на минеральные удобрения в мире в 2011 г. практически полностью восстановился после этого экономически сложного периода. В среднем за проанализированный период (2002–2009 гг.) применение НРК на 1 га площади пашни, краткосрочных сенокосов, пастбищ и многолетних насаждений составило, соответственно: N67P23K25 – в США, N31P13K5 – в Канаде, N113P30K38 – во Франции, N142P23K35 – в Германии. Несомненно, реальный уровень поступления элементов питания в почву в указанных странах существенно больше, если учитывать и внесение органических удобрений. Например, согласно имеющимся оценкам [2], животноводческая отрасль Канады ежегодно дает порядка

150 млн. т разных видов органических удобрений (навоз, птичий помет, жидкие стоки). В расчете на 1 га площади пашни, краткосрочных сенокосов, пастбищ и многолетних насаждений в этой стране имеется возможность внесения в среднем около 2.9 т органических удобрений/га.

Высокий уровень применения минеральных удобрений, в том числе и калийных, в развитых странах обеспечивает адекватное питание сельскохозяйственных культур и, безусловно, позволяет получать высокие урожаи. Расчет соотношения элементов питания (N:P₂O₅:K₂O) в примененных минеральных удобрениях в среднем за 8 лет свидетельствует о том, что для США данное соотношение составило 1.00:0.34:0.37, для Канады – 1.00:0.42:0.16, для Франции – 1.00:0.27:0.34, для Германии – 1.00:0.16:0.25. Следовательно, на калий в минеральных удобрениях в трех развитых странах, исключая Канаду, приходится 25–37% от количества внесенного азота.

По сравнению с другими странами невысокий уровень применения минеральных удобрений в Канаде объясняется относительно большей долей пастбищ в этой стране и низким уровнем применения минеральных удобрений на данных угодьях, а также, безусловно, внесением органических удобрений. Кроме того, большое количество фермерских земель, особенно в провинциях Саскачеван и Альберта, находится в полуаридной климатической зоне, где при низком количестве осадков потенциальная урожайность сельскохозяйственных культур невысока, и в этих районах вносят небольшие дозы минеральных удобрений.

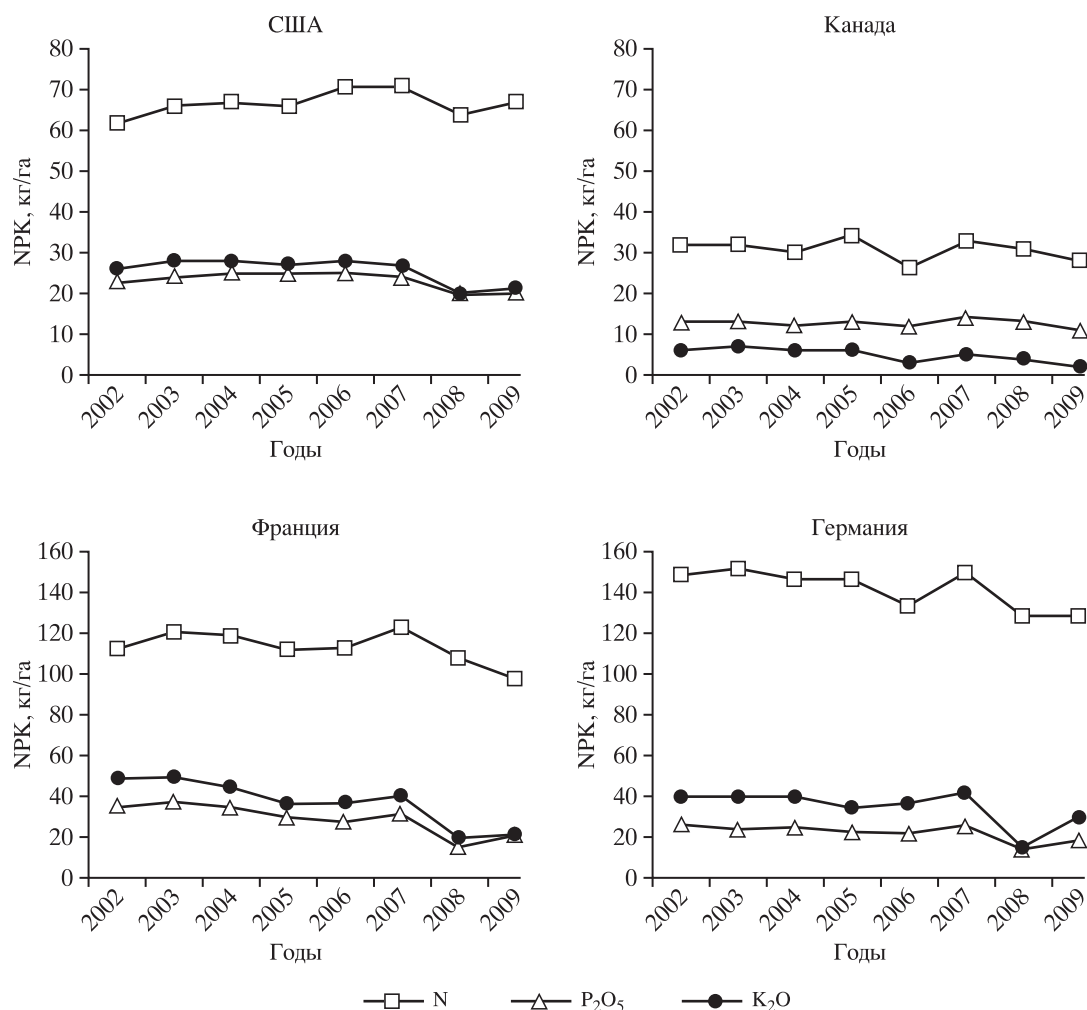


Рис. 1. Применение минеральных удобрений, включая пашню, краткосрочные сенокосы и пастбища и многолетние насаждения, кг д.в./га [1].

Как отмечено выше, средний уровень применения калийных удобрений в США, Франции и Германии за 8 лет составил 25–38 кг K₂O/га. Сравнительно низкий уровень применения калийных удобрений в Канаде частично можно объяснить тем, что почвы этой страны, в основном развитые на относительно молодых гляциальных отложениях, имеют высокое содержание природного калия в доступной растениям форме. Как показали проведенные исследования, почвы Канады способны высвобождать существенные количества калия из необменной формы [3].

Международный институт питания растений (МИПР) уделяет важное внимание исследованиям, связанным с питанием сельскохозяйственных культур калием. Выше уже отмечено снижение объемов применения минеральных удобрений в период кризиса 2008–2009 гг. В этой связи важно понять, как это могло отразиться на плодородии почв. Например, в США и Канаде осенью 2009 г.

и весной 2010 г. в рамках очередного почвенного обследования были проанализированы показатели плодородия ~4.4 млн. почвенных образцов. Что касается содержания обменного калия (обменный калий, извлекаемый 1 М раствором CH₃COONH₄) в почвах Северной Америки, то медианная величина была равна 181 мг K₂O/кг почвы, снизившись на 5 мг K₂O/кг почвы или на 3% по сравнению с уровнем предыдущего почвенного обследования, которое проведено в 2004–2005 гг. [4]. При этом медианные величины во многих штатах США восточнее р. Миссисипи и в восточных провинциях Канады находились либо на уровне, либо были меньше критического содержания обменного калия для почв данных регионов. Это свидетельствовало о том, что вероятно, половина из вышеупомянутых обследованных территорий нуждается в систематическом ежегодном внесении калийных удобрений для того, чтобы не допустить снижения урожайности сельско-

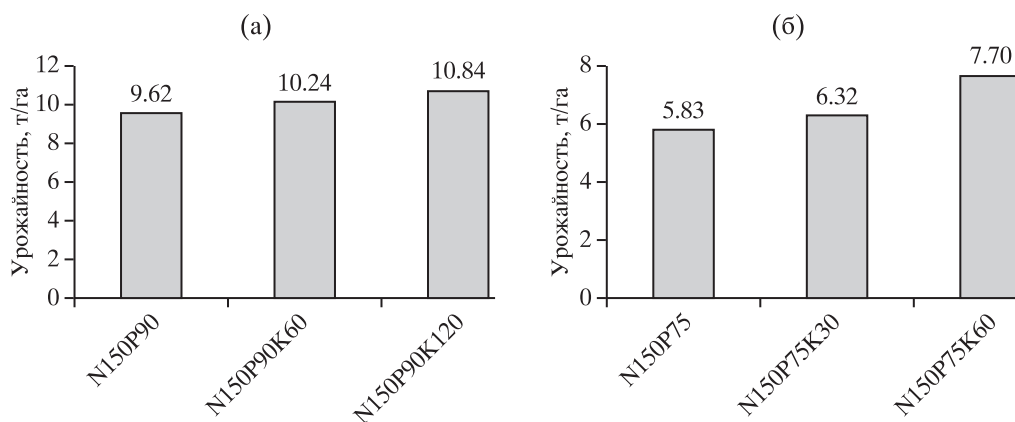


Рис. 2. Средняя урожайность зерна риса за четыре сезона (а) и пшеницы за три сезона (б) при внесении разных доз калийных удобрений в полевом опыте в китайской провинции Сычуань (2005–2008 гг.), т/га [5].

хозяйственных культур. Было также отмечено [4], что в западной части “кукурузного пояса” США и на большей части Великих Равнин вынос калия из почв урожаем культур значительно превышает поступление калия с удобрениями, что привело к снижению содержания обменного калия в почвах по сравнению с результатами обследования, проведенного ранее. Во многих северо-восточных регионах Северной Америки последнее почвенное обследование также выявило существенное снижение содержания обменного калия в почвах.

Оптимизации применения минеральных удобрений при выращивании современных высокоурожайных сортов сельскохозяйственных культур уделяют важное внимание в разных регионах мира. В китайской провинции Сычуань на аллювиальной почве легкого гранулометрического состава в 2005–2008 гг. был проведен полевой опыт в севообороте рис–пшеница [5]. Данный опыт интересен еще и тем, что в нем применяли беспашотную систему обработки почвы. Исходная агрохимическая характеристика почвы свидетельствовала о том, что зерновые культуры могли испытывать недостаток калия на данной почве, т.к. содержание обменного калия было равно 117 мг K_2O /кг почвы. Калийные удобрения вносили в виде K_x . Урожайность риса и пшеницы в зависимости от доз минеральных удобрений представлена на рис. 2. Согласно полученным результатам, внесение калийных удобрений в дозах K60 и K120 повышало урожай зерна риса на 6 и 13%, и окупаемость 1 кг K_2O прибавкой урожая зерна при этом составила 10.3 и 10.2 кг/га соответственно. Под действием калийных удобрений, внесенных в дозах K30 и K60, урожай зерна пшеницы увеличился на 8 и 32%, а окупаемость 1 кг K_2O прибавкой урожая зерна пшеницы была очень высокой, составив 16.3 и 31.2 кг/кг соответственно. Следовательно, в указанных почвенно-

климатических условиях применение калийных удобрений в рекомендуемых дозах, особенно под пшеницу, позволяет фермерам получать хорошую прибыль.

Известно, что калий оказывает сильное влияние на показатели качества сельскохозяйственных культур. Эта тема была подробно рассмотрена в специальном обзоре на примере овощных и фруктовых культур [6]. Данный вопрос исследовали также в полевом опыте с дыней-кantalупой, который проводили в 2005–2007 гг. на юге американского штата Техас на карбонатной почве с высоким содержанием обменного калия (> 600 мг K_2O /кг почвы) [7]. В данном опыте изучали некорневые подкормки дыни-кantalупы разными формами калийных удобрений – хлоридом калия, нитратом калия, монофосфатом калия, сульфатом калия, тиосульфатом калия, а также хелатным комплексом калия с глицином. Было показано, что некорневые подкормки изученными формами калийных удобрений в период формирования плодов повышают содержание калия в растительных тканях, что связано с недостаточным поступлением калия в растения из карбонатной почвы даже при ее очень высокой обеспеченности обменным калием. В данном случае имел значение антагонизм между поступлением в растения калия и кальция, а также калия и магния. Только применение нитрата калия не приводило к статистически значимому росту концентрации калия в растениях. Также за исключением нитрата калия некорневые подкормки всеми остальными формами удобрений достоверно увеличивали содержание растворимых сухих веществ, сахаров и витаминов (аскорбиновой кислоты, бета-каротина) в плодах. Важно отметить, что подкормки растений калием улучшали прочность плодов, что немаловажно при транспортировке продукции.

В штате Калифорния (США) в последние годы возникла потребность в возобновлении исследований по калийфиксирующей способности почв [8]. Присутствие вермикулита в почвах восточной части долины Сан-Хоакин данного штата объясняет их высокую калийфиксирующую способность. Вермикулит в основном сосредоточен в пылеватой (0.002–0.05 мм) и тонкопесчаных (0.05–0.25 мм) фракциях почвы, и максимальная доля внесенного в почву калия фиксируется именно пылеватой фракцией при существенной фиксации калия и тонкопесчаными фракциями почвы. Ранее с проблемой питания растений калием на почвах с высокой калийфиксирующей способностью в вышеуказанном регионе сталкивались в основном хлопководы. Для устранения недостатка калия у хлопчатника в этом регионе требуется вносить очень высокие дозы калийных удобрений. В последние десятилетия в регионе стало развиваться виноградарство за счет площадей, ранее занятых пастбищами. В связи с этим возникла острая необходимость в разработке системы удобрения виноградников с учетом высокой калийфиксирующей способности почв. Сложность состоит и в том, что концентрация калия в виноградном соке не должна подниматься до высоких величин, поскольку это может создать проблемы в процессе изготовления вина.

Отдельная работа была посвящена вопросам, связанным с удобряемым объемом почвы и дифференциацией содержания обменного калия в почвах в современных системах выращивания кукурузы на зерно [9]. Действительно, при ленточном способе внесения удобрений (одновременно с посевом при полосовой обработке почвы) возникает вопрос о размещении данных лент с удобрениями в каждый последующий год. При использовании ресурсосберегающих систем обработки почвы отмечена дифференциация почвенного профиля по содержанию обменного калия и его накопление вблизи поверхности почвы (как и в случае с подвижным фосфором). Анализ накопленных экспериментальных данных позволил авторам сделать вывод о том, что содержание обменного калия в почве в большей степени зависит от того, проходил ли через данную точку поля ряд растений кукурузы, чем от местоположения лент, куда ранее вносили калийные удобрения. Поскольку растения кукурузы поглощают много калия и затем большое его количество возвращается в почву за счет вымывания из стеблей, а также корней, имеет смысл из года в год смещать именно ряды растений. Как отмечали авторы данного исследования, это позволит увеличить объем почвы, куда поступает калий, и добиться более равномерного

содержания обменного калия в почве в пределах конкретного поля. В конечном итоге это будет способствовать росту урожайности.

В недавно опубликованном обзоре [10] было показано, что наряду с краевым хлорозом и некрозом листьев – наиболее хорошо известными внешними признаками дефицита калия – существуют и другие симптомы недостатка этого элемента питания, которые проявляются у растений кукурузы. Среди этих дополнительных внешних признаков недостатка калия у растений кукурузы можно отметить, например, снижение высоты побега, уменьшение размеров листьев и площади листовой поверхности, замедление вегетативного роста, задержку выметывания метелок и пестичных столбиков, увеличение полегания растений (в том числе и от стеблевых гнилей, усиливающихся при недостатке калия). Эти изменения в развитии растений бывает трудно выявить, особенно когда на поле нет контрольного участка с достаточной обеспеченностью растений калием. В связи с этим рекомендуется закладывать подобный участок и сохранять его в севообороте, чтобы в наличии для сравнения были хорошо обеспеченные калием растения.

Недавние исследования в американских штатах Висконсин и Мичиган показали, что в ряде случаев растения сои, испытывающие недостаток калия, больше страдают от повреждения соевой тлей по сравнению с растениями, достаточно обеспеченными калием [11]. Причиной этого могут быть различия в аминокислотном составе флоэмного сока данных двух групп растений. Анализ соотношения 18-ти незаменимых аминокислот во флоэмном соке позволил установить, что между относительной долей аминокислоты аспарагина и содержанием обменного калия в почве существует обратная корреляция, в то время как для других аминокислот подобных зависимостей выявлено не было. Например, при содержании обменного калия, равном 145 мг K_2O /кг почвы, на долю аспарагина во флоэмном соке приходилось 3–10% от суммы аминокислот. При низком же содержании обменного калия, равном 24 мг K_2O /кг почвы, доля аспарагина достигала 8–20%. Считается, что тля получает весь свой рацион азота за счет аминокислот, содержащихся во флоэмном соке. По мере того, как растения испытывают все больший стресс, вызванный недостатком доступного калия в почве, они реагируют выделением во флоэму большего количества свободных аминокислот, таких как аспарагин, для того, чтобы уравновесить осмотический дисбаланс. Питаясь таким флоэмным соком, тля быстрее развивается и воспроизводит потомство.

Безусловно, достаточное питание растений калием не может гарантировать стопроцентную защиту от соевой тли, но позволяет уменьшить потери урожая при повреждении этим насекомым-вредителем, которое является переносчиком вирусных и грибных заболеваний.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, исследованиям по калийной тематике уделяется значительное внимание во многих регионах мира, поскольку сбалансированное применение минеральных удобрений – это основа получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур и собственной продовольственной безопасности любой страны, а также ее экспортного сельскохозяйственного потенциала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2012. <http://faostat.fao.org>
2. Agnew J. Odour and greenhouse gas emissions from manure spreading. PhD Thesis. Saskatoon, Canada: University of Saskatchewan, 2010. 307 p.
3. MacLean A.J. Potassium-supplying power of some Canadian soils // *Canad. J. Soil Sci.* 1961. V. 41. P. 196–206.
4. Fixen P.E., Bruulsema T.W., Jensen T.L. et al. The Fertility of North American Soils, 2010 // *Better Crops with Plant Food*. 2010. V. 94. № 4. P. 6–8.
5. Tu Sh., Sun X., Liao M. et al. Determining an optimal fertilization strategy for no-till rice-wheat cropping // *Better Crops with Plant Food*. 2010. V. 94. № 1. P. 10–12.
6. Lester G.E., Jifon J.L., Makus D.J. Impact of potassium nutrition on food quality of fruits and vegetables: a condensed and concise review of the literature // Там же. P. 18–21.
7. Jifon J.L., Lester G.E. Effect of foliar potassium fertilization and source on cantaloupe yield and quality // *Better Crops with Plant Food*. 2011. V. 95. № 1. P. 13–15.
8. Pettygrove S., O'Geen T., Southard R. Potassium fixation and its significance for California crop production // *Better Crops with Plant Food*. 2011. V. 95. № 4. P. 16–18.
9. Murrell T.S., Vyn T.J. Precision management of root zone potassium for corn: considerations for the future // *Better Crops with Plant Food*. 2010. V. 94. № 4. P. 24–25.
10. Murrell T.S. Visual indicators of potassium deficiency in corn // *Better Crops with Plant Food*. 2010. V. 94. № 1. P. 14–15.
11. Bruulsema T., DiFonzo C., Gratton C. How potassium nutrition can suppress soybean aphids // *Better Crops with Plant Food*. 2010. V. 94. № 2. P. 11–13.

Use of Potassium Fertilizers in Developed Countries of Europe and America

V.V. Nosov

*International Plant Nutrition Institute, ul. Landyshevaya 12, Moscow, 125466 Russia,
E-mail: vnosov@ipni.net*

The use of potassium fertilizers in some developed countries (the United States, Canada, France, Germany) was analyzed. The results of the last studies on potassium agrochemistry performed in the International Plant Nutrition Institute were generalized.

Key words: potassium fertilizers, potassium agrochemistry.