

Калийное состояние почв Украины и эффективность калийных удобрений

Христенко А.А., Иванова С.Е., Гладких Е.Ю., Истомина Ю.А.

Невысокая эффективность калийных удобрений на черноземах обыкновенных, южных, темно-каштановых и каштановых почвах тяжелого гранулометрического состава во многом определяется недостатком влаги, характерным для зоны распространения данных почв.

С повышением уровня агротехники и точности почвенной диагностики, широком использовании приемов, направленных на накопление и сохранение почвенной влаги, оптимизации азотно-фосфорного питания, агрохимический и экономический эффект от применения калийных удобрений существенно возрастает.

Анализ данных агрохимической службы Украины, географической сети опытов с удобрениями, а также материалов, полученных ННЦ ИПА имени А.Н. Соколовского, показал, что эффективность калийных удобрений определяется рядом факторов, в том числе культурой земледелия, климатическими условиями, уровнем плодородия почв.

Относительно низкая эффективность калийных удобрений наблюдается, прежде всего, на черноземах типичных (частично), обыкновенных, южных и каштановых почвах тяжелого гранулометрического состава, что принято объяснять высокой обеспеченностью этих почв калием (Носко и др., 1996; Носко, Прокошев, 1999).

На большинстве других почв, при оптимизации условий выращивания сельскохозяйственных культур, эффективность калийных удобрений достаточно высокая.

Несмотря на это, уровень применения калийных удобрений на Украине за последние 20 лет упал с 42 кг до 7 кг K_2O на гектар посевной площади. В результате, содержание подвижного калия в настоящее время в большинстве почв находится на уровне природного его содержания, соответствующего средней обеспеченности данным элементом питания растений. Поэтому для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур на всех без исключения некультуренных пахотных почвах необходимо вносить калийные удобрения.

Основной целью данной работы является обсуждение проблемы калийного состояния почв Украины и повышения эффективности использования калийных удобрений.

Территория страны подразделяется на следующие основные природные зоны: Украинское Полесье, Лесостепь и Степь.

Наиболее пестрым является почвенный покров Полесья, что обусловлено большой неоднородностью гранулометрического и химического состава почвообразующих пород, хорошо развитым мезорельефом, близким уровнем залегания грунтовых вод. Преобладают (более 65%) дерново-подзолистые песчаные и глинисто-песчаные почвы.

Почвообразующей породой большей территории зоны Лесостепи служат лессы и лессовидные суглинки, преимущественно суглинистого гранулометрического состава. В почвенном покрове данной зоны преобладают черноземы типичные, составляющие около 57 % общей площади пашни.

Почвенный покров Степи на лессовых породах представлен черноземными и каштановыми почвами. Преобладают черноземы обыкновенные, главным образом, тяжелосуглинистого и глинистого гранулометрического состава: они составляют около 60 % общей площади пашни. Почвообразующей породой на основной территории зоны Степи является лесс и лессовидные суглинки. Такой же сравнительной однородностью характеризуется и минералогический состав илистой фракции почв, в котором преобладают гидрослюды и продукты их выветривания (каолинит и др.).

Содержание валового калия в пахотном слое почв Украины колеблется от 0.1% в торфяных почвах до 2.3-2.4 % в черноземах обыкновенных и южных тяжелого гранулометрического состава. Характерной особенностью является четко выраженная зональ-

Таблица 1. Окупаемость калийных удобрений прибавкой урожая культур

Область	Средневзвешенное содержание K_2O мг/100 г почвы (по данным агрохимслужбы)	Окупаемость К, кг зерна/кг K_2O		Значение $ГТК_{V-IX}$
		Спутник агронома, 2010	Носко, 1990	
Озимая пшеница				
Черниговская	5.9	9.6	>8	1.1-1.3
Закарпатская	13.6	13.5	>8	1.8-2.0
Луганская	8.2	1.5	<2	0.83-0.89
Сахарная свекла				
Ивано-Франковская	10.1	44	> 60	1.5-1.8
Полтавская	8.3	25	20-30	0.9-1.0

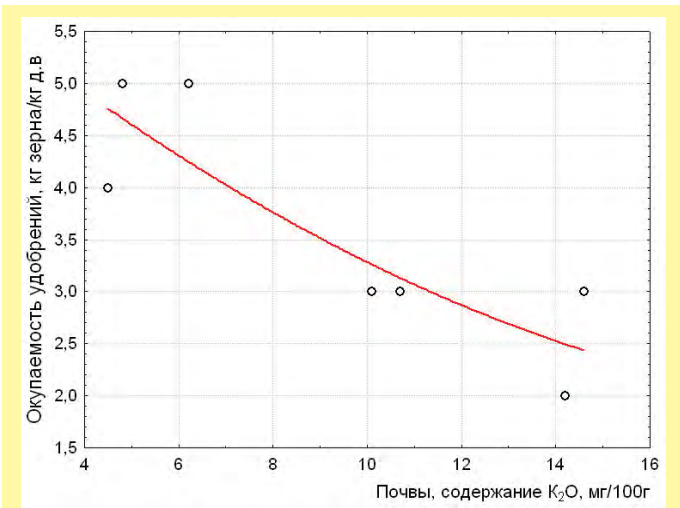


Рис. 1. Динамика окупаемости калийных удобрений (доза К60 на фоне NP) прибавкой урожая зерна озимой пшеницы в направлении с северо-запада на юго-восток Украины

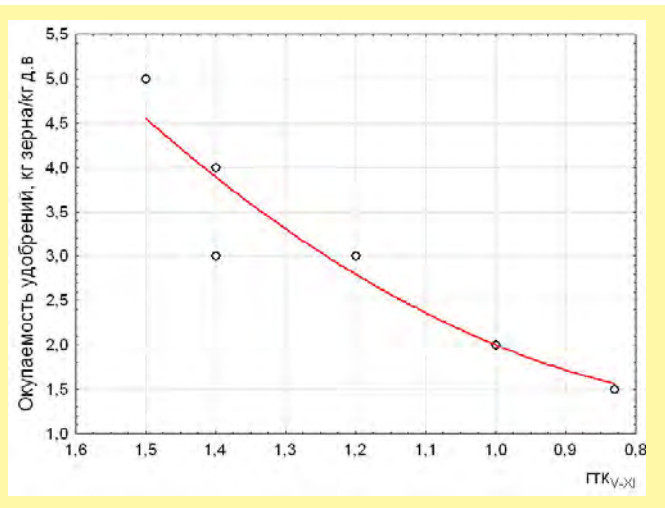


Рис. 2. Динамика окупаемости калийных удобрений (доза К60 на фоне NP) прибавкой урожая зерна озимой пшеницы в направлении с северо-запада на юго-восток Украины в зависимости от значений гидротермического коэффициента

ность в содержании валового калия, которая определяется, главным образом, гранулометрическим составом почвообразующей породы. Содержание валового калия возрастает от дерново-подзолистых глинисто-песчаных почв Полесья до черноземов южных и темно-каштановых тяжелосуглинистых и глинистых почв.

Как уже отмечалось, принято считать, что в направлении с северо-запада на юго-восток, то есть от Полесья до крайнего юга Степи, эффективность калийных удобрений снижается, что связывают с утяжелением гранулометрического состава и увеличением содержания валового и подвижного калия.

На первый взгляд, данное утверждение выглядит вполне убедительным. Так, например, согласно анализу почв, природное содержание подвижного калия в пахотном слое почв возрастает от 1-4 мг/100 г почвы в дерново-подзолистых глинисто-песчаных почвах Полесья (ГОСТ 26207-91-метод Кирсанова), до 29-37 мг K_2O /100 г почвы в черноземах обыкновенных и южных тяжелосуглинистого и глинистого гранулометрического состава зоны Степи (ГОСТ 26204-91- метод Чирикова) (Носко и др., 1996). Проведенная нами статистическая обработка данных географической сети опытов и материалов агрохимической службы Украины (“Центргосплородорие”) показывает, что при этом снижается и окупаемость калийных удобрений прибавкой урожая сельскохозяйственных культур, в том числе озимой пшеницы (рис.1). Содержание K_2O на рисунке дано в пересчете на метод Чирикова.

Дальнейшие исследования показали, что в действительности причинно-следственные связи несколько иные. Дело в том, что почвы на лессовых породах тяжелого гранулометрического состава, в том числе черноземы, содержат повышенное количество апатитов, а также различных калийсодержащих минералов. Фосфор или калий, содержащиеся в этих минералах, растениям непосредственно недоступны, но могут частично экстрагироваться растворами сильных и слабых кислот, в том числе 0.5 М раствором уксусной кислоты (ГОСТ 26204) (Прокошев, Носов, 2000; Христенко, 2010). Вследствие этого оценка калийного режима тяжелых почв, полученная на основе так на-

зываемых “жестких” методов, как правило, сильно завышена (Христенко, 2007).

Не менее известен и тот факт, что подтвержденное опытными данными снижение эффективности применения калийных удобрений в Украине происходит от западных, более увлажненных, к восточным и юго-восточным, более засушливым провинциям (Агрохимическая характеристика почв СССР, 1973).

Одним из наиболее объективных показателей, характеризующих влагообеспеченность территорий, является гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК). При значениях данного коэффициента за май - сентябрь <1, фактором, лимитирующим урожай большинства сельскохозяйственных культур и определяющим низкую эффективность удобрений, является именно недостаток влаги.

Это можно показать на примере нескольких, контрастных по этому показателю, областей (табл. 1).

Как видно из приведенных материалов, величина окупаемости калийных удобрений прибавкой урожая зерна озимой пшеницы и корнеплодов сахарной свеклы определяется не содержанием калия в почвах (природным), а условиями влагообеспеченности.

Данные, полученные в результате статистической обработки литературных материалов, в том числе (Носко и др., 1996; Носко, 1994), подтвердили этот вывод (рис.2). Установленная закономерность описывается следующим уравнением:

$$Y = 2.54 - 4.3X + 3.76 X^2, \quad r = 0.84$$

где Y - окупаемость удобрений, кг зерна/ кг K_2O ;

X - гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК).

Согласно полученной математической модели, при значении $ГТК_{v-ix}$, соответствующему коэффициенту, например, 1.7, окупаемость 1кг K_2O удобрений составляет 6.1 кг зерна пшеницы, а при значении $ГТК_{v-ix}$ 0.7 – всего 1.4 кг зерна пшеницы.

Аналогичная закономерность была получена и при анализе эффективности калийных удобрений, внесенных под другие основные культуры: кукурузу на зерно и сахарную свеклу.

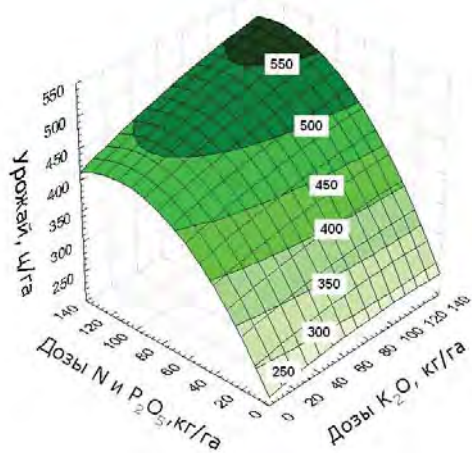


Рис. 3. Зависимость урожая зеленой массы кукурузы от доз азотных, фосфорных и калийных удобрений

Таким образом, проведенные нами исследования показали, что относительно невысокая агрономическая эффективность калийных удобрений на черноземах обыкновенных, южных и, частично, типичных, темно-каштановых и каштановых почвах связана не столько с хорошей обеспеченностью этих почв калием, сколько с недостаточной обеспеченностью влагой.

Следует отметить, что негативно влияет на окупаемость калийных удобрений не только недостаток влаги, но и ряд других факторов. Прежде всего, это невысокий, в целом, уровень культуры земледелия, несбалансированность азотно-фосфорного питания, а также несовершенство почвенной диагностики. Повышение точности диагностики в отношении элементов питания растений позволяет оптимизировать дозы вносимых удобрений и существенно повысить их эффективность.

Наблюдаемая в отдельные годы или в отдельных хозяйствах повышенная доступность растениям калия на почвах тяжелого гранулометрического состава объясняется, на наш взгляд, не столько высоким количеством “подвижного” калия, сколько способностью самих растений “добывать” в благоприятных условиях несколько больше калия при возрастании его общего количества. Однако практика использования удобрений, в том числе на орошаемых землях, показывает, что возможности растений, даже в этом случае, весьма ограничены.

На оподзоленных почвах, характеризующихся хорошей или удовлетворительной обеспеченностью влагой, окупаемость калийных удобрений, как правило, достаточно высокая.

Для проверки данного положения в 2011 году на черноземе оподзоленном тяжелосуглинистом с природным содержанием фосфора и калия был заложен полевой опыт. Содержание подвижного фосфора и калия составляло, соответственно: 4.5 мг $P_2O_5/100$ г и 8.1 мг $K_2O/100$ г по Чирикову - ГОСТ 26204-91. Согласно данным анализа, проведенного по национальному стандарту Украины - ДСТУ 4115-2002 (метод Чирикова) - содержание калия соответствует 6.1 мг $K_2O/100$ г. Различия объясняются тем, что нормативным документом Украины предусмотрена обязательная поправка на влияние гранулометрического со-

става почв.

Значение $ГТК_{V-IX}$ для данной территории составляет 1.0. В качестве калийного удобрения использовался калий хлористый гранулированный. Исследования проводились в рамках совместного проекта ННЦ ИПА и Международного института питания растений (International Plant Nutrition Institute).

Анализ полученных материалов показал следующее. Урожай зеленой массы кукурузы (первой культуры звена севооборота) на варианте абсолютный контроль составил 218 ц/га.

Внесение калийных удобрений на азотно - фосфорном фоне позволило получить статистически достоверные прибавки урожая, причем, чем лучше растения были обеспечены азотом и фосфором, тем выше была и отдача от калийных удобрений.

Если на фоне $N0P0$ прибавка урожая кукурузы на варианте $K120$, как уже отмечалось, составляла 21 ц/га, на фоне $N60P60$ - 48 ц/га, то на фоне $N120P120$ - уже 74 ц/га. То есть, сбалансированность питания позволила существенно повысить отдачу от применения калийных удобрений.

Полученная математическая модель зависимости урожая от доз и соотношений калийных и азотно-фосфорных удобрений показала, что для достижения высокого урожая - 500 ц/га (91% от максимального) в условиях 2011 г. требовалось внести 40 кг $K_2O/га$ и по 90 кг N и $P_2O_5/га$. Модель показала, что для достижения подобного результата можно использовать и другое, возможно более приемлемое для фермера, сочетание доз макроудобрений, например, 80 кг $K_2O/га$ и по 70 кг N и $P_2O_5/га$ (рис. 3).

Расчет экономической эффективности применения удобрений подтвердил данный вывод и показал, что наибольший экономический эффект получен вследствие применения минеральных удобрений в дозе $N90P90K40$. Уровень рентабельности при этом оставался на уровне варианта $N60P60K30$ - 310 %, но чистый доход от прироста урожая зеленой массы кукурузы увеличился, при этом, на 30 %.

Положительное действие калийных удобрений на урожай изучаемой культуры подтвердило почвенный диагноз о недостаточной обеспеченности чернозема оподзоленного доступным калием. Кроме того, результаты опыта свидетельствуют о целесообразности применения калийных удобрений на черноземах (значения $ГТК_{V-IX}$ территории 1.0 и более), при условии оптимизации азотно-фосфорного питания растений.

Невысокая агрономическая эффективность калийных удобрений на черноземах обыкновенных, южных, темно-каштановых и каштановых почвах тяжелого гранулометрического состава связана не столько с хорошей их обеспеченностью калием, сколько с недостатком влаги, характерным для зоны распространения данных почв.

С повышением уровня агротехники и точности почвенной диагностики, широком использовании приемов, направленных на накопление и сохранение почвенной влаги, а также при условии оптимизации азотно-фосфорного питания и доз удобрений в целом, агрохимический и экономический эффект от применения калийных удобрений существенно возрастает.

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

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

Гладких Е.Ю. - научный сотрудник отдела агрохимии, Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского», Харьков, Украина; e-mail: lizae86@mail.ru

Истомина Ю.А. - аспирант, Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского», Харьков, Украина.

Литература

Носко Б.С., Лисовой Н.В., Столяр В.М. Калий в почвах Украины

и эффективность калийных удобрений.- Харьков: ИПА УААН, 1996.- 177 с.

Носко Б.С., Прокошев В.В. Калійні добрива в землеробстві України.-М: Міжнародний інститут калію, 1999. -55 с.

Прокошев В.В., Носов В.В. Теоретические и практические аспекты исследования некоторых методов определения калия в почве // Почва - удобрение - плодородие. -Минск: БелНИИПА, 2000. -С.92-98.

Христенко А.А. К вопросу о плодородии черноземных почв // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвід. тематичн. наук. зб. Спец. випуск. до VIII з'їзду УТГА (5-9 липня 2010 р., м. Житомир). Кн.3. Житомир: "Рута", 2010.С.292-294.

Христенко А.А. Оценка химических методов определения содержания подвижного калия в почвах //Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвід. тематичн. наук. зб. 2007.-Вип. 67. -С.90-98.

Агрохимическая характеристика почв СССР. Украинская ССР / Под. ред. Соколова А.В. и Крупского Н.К. -М.:Наука, 1973. -344 с.

Супутник агронома: довідник /Є.М.Білецький, М.П. Бобро, С.Ю.Булигін та ін./ за ред..С.Ю.Булигіна. -Х.: ХНАУ, 2010. -256 с.

Носко Б.С. Фосфатний режим ґрунтів і ефективність добрив.-К.: Урожай, 1990.- 224 с.

Эффективность применения хлористого калия при возделывании сахарной свеклы в условиях Западной Лесостепи Украины

Полевой В.М., Лукашук Л.Я.

По результатам 3-летних исследований на темно-серых легкосуглинистых почвах Западной Лесостепи Украины установлена высокая эффективность внесения возрастающих доз калийных удобрений под сахарную свеклу. На фоне внесения N120P120 оптимальной оказалась доза калия 120 кг K_2O /га. По отношению к фону урожайность увеличилась на 13%, а сбор сахара с 1 га – на 15%; окупаемость 1 кг K_2O прибавкой урожая корнеплодов составила 45,5 кг.

На минеральные удобрения приходится большая часть производственных затрат при выращивании сахарной свеклы. Их окупаемость зависит от многих факторов, и одним из главных является сбалансированность минерального питания. Наряду с другими питательными веществами для нормального роста и развития сахарной свеклы огромное значение имеет обеспеченность растений калием.

Потребление калия – неперемное условие для нормального роста и развития сельскохозяйственных культур. Внесение калийных удобрений под сахарную свеклу является обязательным приемом, так как они не только повышают урожай корнеплодов, но и улучшают их технологические качества (Прокошев, 1977; Мазенин, 1975).

Сахарная свекла – культура с высокой потребностью в калии. При урожайности корнеплодов 500–600 ц/га, которой достигли многие сельхозпредприятия Украины, она поглощает около 350–400 кг K_2O /га (Городній, 2008).

Применение калийных удобрений, согласно опытам, проведенным в Украине до 1990 года, обеспечивало увеличение урожайности корнеплодов на

6–12%. Причем в тот период вносили на 1 га севооборота 8–10 т навоза, в том числе под сахарную свеклу – 30–40 т/га, что в сочетании с применением рекомендованных доз калийных удобрений поддерживало высокое содержание обменного калия в почвах зоны свеклосеяния (Сахарная свекла, 1979; Заришняк, Чердничок, 2004; Лісовий, 1988).

В связи с резким уменьшением поголовья скота в сельхозпредприятиях Украины производство навоза сократилось до такого уровня, что он перестал играть существенную роль в повышении плодородия почв и в системах удобрения сельскохозяйственных культур. В среднем за 2000–2010 годы на 1 га пашни было внесено лишь 0,86 т навоза. Среднегодовое внесение калийных удобрений за этот период составило 4,6 кг K_2O /га пашни (Греков и др., 2010).

Недостаточное поступление калия в почву с удобрениями в сочетании с увеличением в структуре посевов доли таких калиелюбивых культур, как сахарная свекла, подсолнечник и рапс привели к существенному истощению запасов доступных для растений форм калия в почве. Перечисленные изменения условий ведения земледелия обуславливают необходимость