

ме того, применение калийных удобрений на фоне N120P120 способствовало повышению сахаристости корнеплодов на 0.2–0.5%, что в сочетании с повышением урожайности обеспечило увеличение сбора сахара на 0.58–1.36 т/га по сравнению с фоном, где он составил 7.43 т/га.

Повышение агрономической эффективности применения калийных удобрений при выращивании сахарной свеклы на темно-серой лесной оподзоленной легкосуглинистой почве со средним содержанием подвижных форм калия обеспечивается при внесении калия в дозах до 120 кг K₂O/га на фоне N120P120. При этом 1 кг K₂O дает 45.5 кг корнеплодов.

В.М.Полевой – директор Института сельского хозяйства Западного Полесья, доктор с.-х. наук, профессор, член-корреспондент НААН Украины

Л.Я.Лукашук – заместитель директора по научной работе Института сельского хозяйства Западного Полесья, кандидат с.-х. наук

Литература

- Прокошев В.В. Калийные удобрения. – М.: Россельхозиздат, 1977. – 48 с.
- Мазенин К.И. Удобрение сахарной свеклы. – М.: Россельхозиздат, 1975. – 50 с.
- Городній М.М. Агрохімія. – К.: Арістей, 2008. – 935 с.
- Сахарная свекла (издание второе). Под ред. Зубенко В.Ф., К.: Урожай, 1979. – 416 с.
- Заришняк А.С., Чередничок А.І. Калійні добрива і продуктивність цукрових буряків. // Цукрові буряки. – 2004. – №3 (39). – С. 12–13.
- Лісовий М.В. Застосування мінеральних добрив та відновлення родючості ґрунтів в умовах сучасного землеробства // Вісник аграрної науки. – 1988. – №3. – С. 15–17.
- Греков В.О., Дацько Л.В., Майстренко М.І., Жилкін В.А. Ґрунт – основа життя: Збірник наукових праць. Міністерство аграрної політики, Державний технологічний центр охорони родючості ґрунтів. – К.: 2010. – С. 7–10.

Эффективность применения хлористого калия под картофель, рис и хлопчатник в условиях Казахстана

Сапаров А., Елешев Р., Сулейменов Б., Песковский Г.

Одним из главных направлений интенсификации земледелия является его химизация. Это основной способ повышения урожайности всех сельскохозяйственных культур. Эффективность минеральных удобрений на разных почвах неодинакова и во многом зависит от конкретных природных условий, от вида культур, доз, сроков и способов внесения. Для рационального применения минеральных удобрений необходимо учитывать потребность в основных элементах питания важнейших сельскохозяйственных культур и значение каждого элемента в системе почва-растение. Применяемые удобрения должны обеспечивать увеличение урожая, улучшение его качества, повышение плодородия почвы без ее загрязнения. Кроме этого, удобрения оказывают существенное влияние на микрофлору, агрофизические и агрохимические свойства почвы. Таким образом, для повышения эффективности удобрений необходима определенная система их использования с учетом климатических и почвенных условий, особенностей питания сельскохозяйственных культур и чередования их в севообороте.

За последние 10–15 лет применение минеральных удобрений в Казахстане значительно сократилось. Практически не вносились калийные удобрения, что вызвало снижение урожайности культур, ухудшение качества продукции, а также истощение почв по калию.

В связи с этим проведение научно-исследовательских работ по изучению влияния калийных удобрений на плодородие почвы, урожайность калиелюби-

вых культур и качество продукции в орошаемой зоне представляет научно-практический интерес. Исследования проводились Казахским научно-исследовательским институтом почвоведения и агрохимии имени У.У. Успанова совместно с Казахским научно-исследовательским институтом хлопководства и Казахским научно-исследовательским институтом картофелеводства и овощеводства. В 2009–2011 гг. на юге и юго-востоке Казахстана проведены 3 полевых опыта: опыт с хлопчатником в Южно-Казахстанской области на светлых сероземах, опыт с картофелем на предгорных темно-каштановых почвах и опыт с рисом на рисово-болотных почвах в условиях Алматинской области. В опытах выращивались: сорт хлопчатника «Мактаарал 4005», сорт картофеля «Аксор», сорт риса «Пакли». Целью эксперимента было изучить влияние различных доз калийных удобрений на условия минерального питания, в том числе на калийный режим почв, а также на урожайность и качество изучаемых культур.

Полевые опыты закладывались по общепринятым методикам. Общая площадь опыта составила 1800 м², размер учетной делянки – 100 м². Повторность – трехкратная. В качестве азотных удобрений применяли аммиачную селитру (34% N), под рис – сульфат аммония; фосфорные удобрения вносили в виде двойного суперфосфата (46% P₂O₅). В качестве калийных удобрений использовали хлористый калий (60% K₂O). Фосфорные и калийные удобрения вносили при посеве культур, азотные удобрения – в подкормку.

Таблица 1. Урожайность клубней картофеля и окупаемость хлористого калия прибавкой урожая

Варианты	Урожай клубней, т/га	Прибавка от K_2O , т/га	Окупаемость 1 кг K_2O урожаем, кг
Контроль (без удобрений)	13.9	-	-
N90P90 – фон	23.3	-	-
Фон + K35	26.6	3.3	94.3
Фон + K70	27.0	3.7	52.9
Фон + K105	27.6	4.3	41

Таблица 3. Урожайность хлопка-сырца и окупаемость хлористого калия прибавкой урожая

Варианты	Урожай хлопка-сырца, т/га	Прибавка от K_2O , т/га	Окупаемость 1 кг K_2O урожаем, кг
Контроль (без удобрений)	2.72	-	-
N150P90 – фон	3.18	-	-
Фон + K30	3.35	0.17	5.66
Фон + K60	3.42	0.24	4.00
Фон + K90	3.54	0.36	4.00

Эффективность калийных удобрений изучалась на предгорных темно-каштановых, рисово-болотных почвах и светлых сероземах. Агрохимическая характеристика изучаемых почв следующая: в предгорной темно-каштановой почве содержание в пахотном слое гумуса – низкое (2.02%), легкогидролизующего азота – высокое (46.9 мг/кг), содержание подвижных фосфора и калия по методу Мачигина – высокое, 79.5 мг P_2O_5 /кг и 432 мг K_2O /кг соответственно. Рисово-болотные почвы характеризовались очень низким содержанием гумуса – 1.43%, средним содержанием легкогидролизующего азота (38.5 мг/кг), низким содержанием подвижного фосфора (10.2 мг/кг по методу Мачигина), и средним содержанием подвижного калия (287.5 мг/кг по методу Мачигина). В светлых сероземах содержание гумуса было очень низким (0.07%), легкогидролизующего азота – низким (32.3 мг/кг). По содержанию подвижных форм фосфора и калия по Мачигину светлые сероземы относятся к среднеобеспеченным - 16.6 мг/кг и 292.8 мг/кг соответственно.

Гранулометрический состав светлых сероземов – легкосуглинистый, рисово-болотных и темно-каштановых почв – среднесуглинистый. Все изучаемые почвы карбонатные.

Анализ изменений агрохимических показателей изучаемых почв показал, что применение азотных и фосфорных удобрений повышает в них содержание подвижных форм азота и фосфора. Применение калийных удобрений на фоне азотно-фосфорных удобрений при оптимизации соотношения азота, фосфора и калия в почве также улучшало питательный режим почвы. Кроме того, эффективность применения калийных удобрений проявлялась не только на почвах с низким, но и со средним и высоким содержанием подвижного калия. В целом, условия минерального питания, в частности калийного, оказали

существенное влияние на урожайность хлопчатника, картофеля и риса.

В последние годы в Казахстане уделяется большое внимание возделыванию картофеля. За последние 10 лет урожайность клубней картофеля возросла в среднем с 10 до 15 т/га. Картофель во время вегетации потребляет большое количество элементов питания, особенно калия.

В наших опытах минеральные удобрения оказали существенное влияние на урожайность клубней картофеля. Так, урожай картофеля на контрольном варианте составил 13.9 т/га (табл. 1). Азотные и фосфорные (N90P90) удобрения обеспечили прибавку урожая клубней 9.4 т/га по сравнению с контролем. Прибавка урожая картофеля от калия по отношению к фону составила: при внесении K35 – 3.3 т/га (14%), K70 – 3.7 т/га (16%) и при внесении 105 кг K_2O /га – 4.3 т/га (19%).

У калийных удобрений была высокая окупаемость на картофеле. В зависимости от дозы калия она составила от 41 кг клубней на 1 кг K_2O при внесении 105 кг K_2O /га до 94.3 кг клубней на 1 кг K_2O в варианте с внесением 35 кг K_2O /га. Данные результаты говорят о высокой отзывчивости картофеля на калийные удобрения.

Условия минерального питания оказали также влияние и на качественные показатели картофеля. Применение калийных удобрений на фоне азотно-фосфорных удобрений повысило содержание крахмала до 19.8-19.9% по сравнению с контрольным вариантом (18.1%).

Одной из перспективных культур орошаемого земледелия Казахстана является рис. Рис требователен к условиям плодородия почвы. Для формирования 1 т риса с соответствующим урожаем соломы расходуется около 30 кг N, 12 кг P_2O_5 и 36 кг K_2O . Согласно данным трехлетних исследований, урожай-

Таблица 2. Урожайность зерна риса и окупаемость хлористого калия прибавкой урожая

Варианты	Урожай зерна, т/га	Прибавка от K_2O , т/га	Окупаемость 1 кг K_2O урожаем, кг	Содержание белка, %
Контроль (без удобрений)	2.53	-	-	9.5
N180P90 – фон	3.58	-	-	10.5
Фон + K20	3.87	0.29	14.5	10.6
Фон + K40	4.17	0.61	15.3	10.7
Фон + K60	4.37	0.83	13.8	10.7

ность риса на контрольном варианте составила 2.53 т/га (табл. 2). Азотные и фосфорные удобрения (N180P90) обеспечили прибавку урожая 1.05 т/га по сравнению с контролем (2.53 т/га). Прибавка урожая зерна к фону составила: при внесении K20 – 0.29 т/га (8%), K40 – 0.61 т/га (17%) и K60 – 0.79 т/га (22%).

Питательный режим почвы оказал влияние и на содержание белка в зерне. Как показывают результаты

Таблица 4. Экономическая эффективность применения хлористого калия

Варианты опыта	Дополнительный урожай от K_2O , т/га	Стоимость дополнительного урожая, тыс. тенге/га	Затраты на внесение удобрений, тыс. тенге/га	Условно чистый доход, тыс. тенге/га
Картофель				
Фон+K35	3.3	82.5	4.4	78.1
Фон+K70	3.7	92.5	8.7	83.8
Фон+K105	4.3	107.5	13.1	94.4
Рис				
Фон+K20	0.29	29.0	2.5	26.5
Фон+K40	0.61	61.0	5.0	56.0
Фон+K60	0.83	83.0	7.5	75.5
Хлопчатник				
Фон+K30	0.17	17.0	3.8	13.2
Фон+K60	0.24	24.0	7.5	16.5
Фон+K90	0.36	36.0	11.3	24.7

опытов, применение калийных удобрений на фоне азотно-фосфорных удобрений повысило содержание белка в зерне риса до 10.6-10.7% по сравнению с контрольным вариантом (9.5%).

Окупаемость хлористого калия в посевах риса была высокой и колебалась от 13.8 до 15.3 кг зерна риса на 1 кг внесенного K_2O , что свидетельствует о высокой эффективности возрастающих доз калийных удобрений на рисе (до 60 кг K_2O).

Хлопчатник является в Казахстане важной сельскохозяйственной культурой, занимая около 140 тыс. га. При среднем уровне продуктивности хлопчатника с урожаем выносятся из почвы порядка 150 кг K_2O с одного гектара. Часть калия поглощается растениями из почвы, остальную часть необходимо внести с удобрениями. Вопрос о применении калийных удобрений становится актуальным при планировании урожая хлопка более 2.5-3.0 т/га.

Данные по сбору урожая хлопка-сырца на изучаемых вариантах показали, что применение минеральных удобрений обеспечивает прибавку урожая по сравнению с контрольным вариантом. Урожайность хлопка-сырца на контроле составила 2.72 т/га (табл. 3). Азотные и фосфорные удобрения (N180P90) обеспечили прибавку урожая в 0.46 т/га по сравнению с контролем. Прибавка урожая хлопка-сырца по отношению к фону составила: при внесении K30 – 0.17 т/га, K60 – 0.24 т/га и K90 – 0.36 т/га, т.е. урожайность при внесении калийных удобрений была выше на 5-11%.

Результаты исследований позволяют утверждать, что положительный эффект от калийного удобрения отмечается не только на почвах с низким содержанием подвижного калия, но и со средним и даже высоким.

Агрономическая эффективность калийных удобрений на хлопчатнике зависела от дозы калия и находилась на стабильно высоком уровне, варьируя между 4.0 и 5.7 кг хлопка-сырца на 1 кг внесенного K_2O .

Урожайность хлопка-сырца зависит от веса хлопка-сырца с 1 коробочки. Внесение калийных удобрений по азотно-фосфорному фону повышает массу

хлопка-сырца с одной коробочки до 6.24-6.28 г по сравнению с контролем (5.70 г).

Применение калийных удобрений оказало существенное влияние и на качество хлопка-волокна. Так, толщина волокна увеличивается на вариантах с внесением калийных удобрений – показатель микро-нейр вырос до 4.80-4.82 единиц по сравнению с контрольным вариантом (4.70 единиц).

Экономическая окупаемость минеральных удобрений зависит от полученной достоверной прибавки урожая сельскохозяйственных культур и материальных затрат на внесение удобрений. При анализе сравнительной экономической эффективности применения минеральных удобрений использована региональная рыночная стоимость 1 кг клубней картофеля в 25 тенге, 1 кг зерна риса – 100 тенге и 1 кг хлопка-сырца – тоже 100 тенге. Затраты на применение минеральных удобрений включают расходы на приобретение удобрений и их внесение.

Расчет экономической эффективности (табл. 4) показал, что внесение хлористого калия (K35-105) под картофель обеспечивает получение условно чистого дохода в 78.1-94.4 тыс. тенге, при внесении K20-60 под рис доход составляет 26.5-75.5 тыс. тенге, при внесении K60-90 под хлопчатник условно чистый доход – 13.2-24.7 тыс. тенге.

Таким образом, результаты полевых исследований за 2009-2011 годы показали высокую эффективность применения хлористого калия под хлопчатник, картофель и рис на фоне азотно-фосфорных удобрений. При этом обеспечивается достоверная прибавка урожая культур и повышается качество продукции.

Для внедрения в производство рекомендуется в дополнение к азотным и фосфорным удобрениям вносить калийные удобрения (хлористый калий) в следующих дозах с учетом обеспеченности изученных почв подвижным калием:

- 40-60 кг K_2O /га под рис на низко- и среднеобеспеченных подвижным калием рисово-болотных почвах Алматинской области;
- 60-90 кг K_2O /га под хлопчатник на среднеоб-

спеченных обменным калием светлых сероземах Южно-Казахстанской области;

- 35-70 кг K_2O /га под картофель на средне- и высокообеспеченных обменным калием предгорных темно-каштановых почвах Алматинской области.

А. Сапаров - д.с.-х.н., профессор, академик АСХН РК, генеральный директор КазНИИ почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова

Р. Елешев - д.с.-х.н., профессор, академик НАН РК и РАСХН, директор НИИ агробиологии и экологии

Б. Сулейменов - д.с.-х.н., зам.генерального директора КазНИИ почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова

Г. Песковский - к.с.-х.н., агрохимик ЗАО «Белорусская калийная компания»

Внешние признаки недостатка калия у кукурузы

Маррелл Т.С.

Краевой хлороз и некроз листьев – общепризнанные симптомы недостатка калия у растений, но не единственные. Существуют и другие проявления дефицита калия, которые могут как сопровождаться, так и не сопровождаться краевым хлорозом и некрозом листьев. При растущем количестве визуальных симптомов есть большая вероятность того, что растения испытывают недостаток калия.

Общепризнанные симптомы недостатка калия – это краевой хлороз и некроз нижних, старых листьев растений, как показано на фотографии. Однако к моменту появления этих симптомов может произойти уже необратимая потеря урожая зерна кукурузы (Bly et al., 2002). Хотя вышеуказанные признаки наиболее хорошо известны, они не являются единственными визуальными индикаторами недостатка калия у растений. Существует много других проявлений дефицита калия, которые могут появляться как вместе с краевым некрозом, так и без него, и степень их выраженности может существенно варьировать в пределах поля. При растущем количестве визуальных симптомов есть большая вероятность того, что растения испытывают недостаток калия. В данной статье перечислены дополнительные признаки дефицита калия у кукурузы с указанием основных источников данных. Некоторые из приведенных симптомов бывает трудно выявить, особенно когда на поле нет контрольного участка с достаточной обеспеченностью растений калием. Подобный участок можно создать при внесении калия в почву в высоких дозах, которые постоянно корректируются таким образом, чтобы возмещать вынос калия из почвы с урожаем каждой последующей культуры.

Снижение высоты растений

За многие годы исследований было показано, что недостаток калия может приводить к снижению высоты растений. Несколько десятилетий назад Яунтс и Мусгрейв (Younts and Musgrave, 1958) продемонстрировали это в двух полевых опытах, в которых изучались разные дозы, формы и способы внесения калийных удобрений. Проанализировав влияние всех факторов, они обнаружили, что удобрением калием статистически значимо ($p = 0.05$) увеличива-



Краевой хлороз и некроз на нижних, старых листьях – визуальный признак недостатка калия. Колышек указывает, что это вариант без калия.

ет высоту растений кукурузы – на 11-28%, 10-12%, 9-16% и 15-36% при измерении, соответственно, на 26-й, 31-й, 44-й и 65-й день после посева.