

# Первые результаты научного проекта по совершенствованию рекомендаций по внесению калийных удобрений в России

С.Е. Иванова, В.А. Романенков, Л.В. Никитина

Уровень использования калийных удобрений – один из показателей интенсивности земледелия. К сожалению, в сельском хозяйстве России за последние 10-15 лет внесение К-удобрений сократилось до 1-2 кг  $K_2O$ /га пашни, ежегодный дефицит калия в среднем по стране варьирует от -16 до -30 кг  $K_2O$ /га (Сычев, Шафран, 2013).

В России в настоящее время калий вносится главным образом в виде сложных удобрений, которые не всегда могут обеспечить сбалансированное калийное питание растений. При постоянном отчуждении калия с урожаем и неполным возвратом элемента с удобрениями происходит медленное, но постоянное снижение содержания доступного калия в почве, уменьшается его подвижность и способность почвы к восстановлению исходного уровня содержания калия в легкодоступной для растений форме, что, в конечном итоге, приводит к недобору урожая и снижению его качества. Кроме этого, при некомпенсируемом отчуждении значительных количеств калия с урожаем сельскохозяйственных культур в почвах появляется повышенная калийфиксирующая способность, в связи с чем внесенный в небольших дозах калий в составе сложных удобрений практически не работает на урожай.

Известно, что благоприятный режим калия в агроэкосистемах – одно из условий их эффективного функционирования. Тем не менее, в настоящее время оптимизации калийного состояния пахотных почв в отечественном земледелии уделяется недостаточно внимания. Такое отношение во многом обусловлено несовершенством существующей диагностики плодородия пахотных почв в отношении калия, которая в немалой степени зависит от используемого метода определения содержания доступных для растений форм калия в почве. Для более объективного представления об обеспеченности почвы калием предпочтительно использовать сочетание различных методов, что позволит с большей степенью точности предсказать целесообразность внесения калийных удобрений, а также определить научно обоснованные дозы. Поэтому исследование оптимизации доз калийных удобрений, а также проверка диагностических возможностей стандартных методов определения доступных для растений форм калия в почве стали основой совместного научного проекта Международного Института Питания Растений и Всероссийского НИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, стартовавшего осенью 2012 года. Проект направлен на совершенствование рекомендаций по внесению калийных удобрений и корректи-

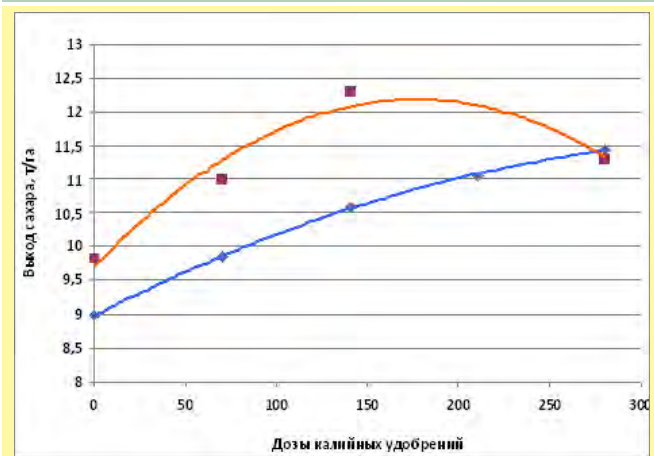
ровке существующих градаций обеспеченности почв калием в интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. Особенность проекта – комплексный подход, который включает:

- определение влияния калийных удобрений на урожайность и качество сельскохозяйственных культур при высоком уровне урожайности;
- изучение последствий калийных удобрений, внесенных под наиболее требовательную к калию культуру звена севооборота;
- сопоставление диагностических возможностей стандартных методов определения калия, используемых для оценки плодородия чернозёмных почв;
- оценку баланса и выноса калия в опытах;
- определение экономической эффективности применения калийных удобрений.

Методическая основа проекта – трехлетние производственные опыты с возрастающими дозами калийных удобрений, вносимых под культуры, имеющие высокие потребности в калии (сахарная свекла, кукуруза на зерно, соя и рапс) и возделываемые по интенсивным технологиям в Центрально-Чернозёмном и Северо-Кавказском регионах. Опыты проводятся в Липецкой, Воронежской, Белгородской и Ростовской областях региональными агрохимслужбами на черноземах выщелоченном (Воронежская обл.), типичном (Белгородская обл., Воронежская обл.), оподзоленном (Липецкая обл.), обыкновенном карбонатном (Ростовская обл.), а также на темносерой лесной почве (Липецкая обл.). Для участия в проекте были выбраны хозяйства с уровнем урожайности выше среднего по региону. Так, например, для опытов с сахарной свеклой в ЦФО средний уровень урожайности в отобранных хозяйствах превышает 55 т/га. Необходимо отметить, что для такого высокого уровня урожайности научно обоснованной методической основы для определения адекватной

Таблица 1. Урожайность и сбор сахара в опытах с сахарной свёклой

Показатель	Урожайность корнеплодов, т/га	Сбор сахара, т/га	Урожайность корнеплодов, т/га	Сбор сахара, т/га
Регион	Воронежская область		Липецкая область	
Урожайность в варианте NP (фон)	66.21	9.82	56.91	8.97
Максимальная урожайность в вариантах с калием (NPK)	80.39	12.30	69.31	11.44
Прибавка от К при максимальной урожайности	14.18	2.48	12.40	2.47
НСР05	9,59		1,16	



**Рис. 1.** Влияние доз калийных удобрений на сбор сахара в опытах 2013. Графики: оранжевый - Воронежская область, синий – Липецкая область.



**Рис. 2.** Сахарная свекла, производственный опыт, Воронеж, 2013.

дозы калийных удобрений в настоящее время не существует, что делает результаты этого проекта источником уникальной информации, прежде всего, для сельхозпроизводителей, нацеленных на получение высокой урожайности.

После первого года реализации проекта были получены обнадеживающие результаты для всех изученных культур.

В этой статье мы подробно рассмотрим результаты опытов только с сахарной свеклой и кукурузой на зерно, полученные в первый год реализации проекта (осень 2013 г.) в Центрально-Чернозёмном регионе.

**Сахарная свекла.** Производственные опыты с сахарной свеклой были проведены в Липецкой и Воронежской областях на почвах с повышенным исходным содержанием подвижного калия, определенное по методу Чирикова. Опыты включают следующие варианты: абсолютный контроль (без удобрений), фон – NP в оптимальных дозах для хозяйства, обеспечивающие высокий уровень урожайности (NP), фон +70 кг K<sub>2</sub>O/га (NPK1), фон+140 кг K<sub>2</sub>O/га (NPK2), фон +210 кг K<sub>2</sub>O/га (NPK3), фон +280 кг K<sub>2</sub>O/га (NPK4). Калийные удобрения вносились в виде хлористого калия. Дозы калийных удобрений

запланированы с учетом изучения их последствие в двух последующих сезонах вегетации. Технология возделывания свеклы была обычной для каждого хозяйства.

В опытах с сахарной свеклой решалась задача получения не только высокой урожайности корнеплодов, но и достаточного уровня содержания сахара в корнеплодах (не менее 14%).

В опыте, проводимом в Воронежской области, при внесении калийных удобрений был достигнут высокий уровень урожайности (более 80 т/га), при сохранении уровня содержания сахара более 14%. Максимальная урожайность корнеплодов и сбор сахара получены при дозе калийных удобрений 140 кг K<sub>2</sub>O/га, прибавка урожайности корнеплодов по сравнению с фоном (NP) составила 14 т/га или 21%. Калийные удобрения повышали не только урожайность корнеплодов, но и содержание в них сахара. Сбор сахара с гектара возрос на 2.5 т/га, что составляет более высокую прибавку урожая от внесенного калия – 25% (табл.1 и рис.1).

Сравнение экономической эффективности показало, что при достижении максимальной урожайности (80 т/га) рост рентабельности по сравнению с фоном составил 34%, что позволило получить чистый доход 22 тыс. руб./га при снижении себестоимости

**Таблица 2.** Экономическая эффективность применения калийных удобрений по сравнению с фоном (NP).

Вариант опыта	Относительное изменение рентабельности, %	Рост чистого дохода от калия, руб/га	Относительное изменение рентабельности, %	Рост чистого дохода от калия, руб/га
Воронежская область, сахарная свекла		Липецкая область, сахарная свёкла		
NPK1	14	10 619	10	5 298
NPK2	34	22 297	16	8 757
NPK3	16	11 874	20	10 774
NPK4	17	12 701	23	12 401
Белгородская область, кукуруза на зерно		Воронежская область, кукуруза на зерно		
NPK1	10	2 344	2	2 111
NPK2	7	2 763	27	7 974
NPK3	5	3 182	-9	3 184
NPK4	1	3 335	-37	-534

*Примечание: Фактическая себестоимость определена с учетом цены на закупку калийных удобрений 7 700 рублей за 1 тонну хлористого калия в физическом весе*

Вариант опыта	Дата измерения содержания сахара в корнеплодах			
	7.08.13	27.08.13	11.09.13	26.09.13
Контроль	15.1	16.1	14.0	14.3
Фон NP	15.6	16.6	13.5	14.7
Фон+K140	14.6	16.8	13.7	14.9
Фон+K280	15.7	17.5	12.2	14.6

сти на 130 руб. с 1 т продукции (табл. 2).

В опыте, проводимом в Липецкой области, достигнутая максимальная урожайность корнеплодов сахарной свеклы была несколько ниже, чем в Воронежской области – около 57 т/га. Достоверная прибавка от внесения разных доз калийных удобрений наблюдалась на всех вариантах с внесением калийных удобрений. Максимальная урожайность корнеплодов и сбор сахара с гектара были достигнуты при внесении 280 кг  $K_2O$ /га. Прибавка урожая корнеплодов от калия составила 12.4 т/га или 22%, а сбор сахара увеличился на 2.5 т/га или 28% к фону.

Сравнение экономической эффективности показало, что при достижении максимальной урожайности (57 т/га) рост рентабельности по сравнению с внесением только азотных и фосфорных удобрений (фон – NP) составил 23%, что позволило получить чистый доход 12 тыс. руб./га при снижении себестоимости на 142 руб. с 1 т продукции (табл. 2).

В опытах в Воронежской области дополнительно изучали динамику содержания сахара в корнеплодах в процессе вегетации сахарной свеклы до уборки урожая осенью 2013 года. В этот сезон в Воронежской области был продолжительный период с обильными осадками (практически весь сентябрь), что не

Варианты опыта	Доза калийных удобрений, кг $K_2O$ /га	Урожайность, т/га	Прибавка урожая от калия, т/га
Без удобрений	-	9.1	-
NP	-	9.8	-
NPК1	60	10.2	0.4
NPК2	120	11.2	1.4
NPК3	180	10.6	0.8
NPК4	240	10.2	0.4
НСР05		0,93	

Варианты опыта	Доза калийных удобрений, кг $K_2O$ /га	Урожайность, т/га	Прибавка урожая от калия, т/га
Без удобрений	-	6.4	-
NP	-	7.5	-
NPК1	70	8.4	0.9
NPК2	140	8.7	1.2
NPК3	210	9.1	1.6
NPК4	280	9.4	1.9
НСР05		1,2	

позволило сельхозпроизводителям своевременно убрать сахарную свеклу. Каждую декаду, начиная с 7 августа, проводилось определение содержания сахара в корнеплодах во всех вариантах опыта. Анализ динамики накопления сахара показал, что в конце августа в вариантах с внесением хлористого калия по сравнению с фоном содержание сахара было выше на 0.2-0.9%, а к концу сентября резко снизилось на 1.9-2.9% (табл.3), оставаясь на приемлемом для сельхозпроизводителей уровне (выше 14%). Снижение содержания сахара произошло в течение сентября за счет интенсивного роста сахарной свеклы в период обильных осадков.

Макимально высокое содержание сахара в корнеплодах было зафиксировано в конце августа (27 августа) в варианте с внесением 280 кг  $K_2O$ /га. В сентябре рост сахарной свеклы привёл к снижению различий между вариантами по накоплению сахара, что обусловило максимальный выход сахара в момент уборки (начало октября) в варианте с внесением более низкой дозы калийных удобрений (140 кг  $K_2O$ /га).

Полученные данные позволяют сделать важный практический вывод о том, что внесение калийных удобрений позволяет достигнуть содержания сахара в корнеплодах более 16% даже при высоком уровне урожайности. Таким образом, погодные условия года и сроки уборки – важные факторы, оказывающие влияние на содержание сахара в корнеплодах в момент уборки урожая, и это необходимо учитывать при планировании работ.

**Кукуруза на зерно.** Опыты с кукурузой включали следующие варианты: абсолютный контроль (без удобрений), фон (NP) – азотные и фосфорные удобрения в оптимальных дозах для хозяйства, обеспечивающие высокий уровень урожайности, фон + 4 возрастающие дозы калийных удобрений (60-280 кг  $K_2O$ /га).

В опыте с кукурузой на зерно в Воронежской области максимальная урожайность (9.4 т/га) была достигнута в варианте с внесением 120 кг  $K_2O$ /га. При этом прибавка урожая от калия составила 1.9 т/га или 25% по сравнению с внесением только азотных и фосфорных удобрений (табл. 4). Таким образом, каждый внесенный килограмм  $K_2O$  обеспечил получение дополнительных 7 кг зерна кукурузы. При этой же дозе калийных удобрений были достигнуты





лучшие показатели по экономической эффективности применения удобрений: рентабельность увеличилась на 27%, а рост чистого дохода составил 7974 руб./га, при этом себестоимость продукции снизилась на 70 руб. с 1 т зерна (табл. 2).

В опыте с кукурузой на зерно в Белгородской области максимальная урожайность (9.1 т/га) была достигнута в варианте с внесением 280 кг  $K_2O$ /га. При этом прибавка урожая от калия составила 0.9 т/га или 12% относительно варианта с внесением только азотных и фосфорных удобрений (табл.5).

Таким образом, каждый внесенный килограмм  $K_2O$  обеспечил получение дополнительных 3 кг зерна кукурузы. При этой же дозе калийных удобрений были достигнуты лучшие показатели по экономической эффективности применения удобрений: рентабельность увеличилась на 10%, а рост чистого дохода составил 3300 руб./га, при этом себестоимость продукции снизилась на 100 руб. с 1 т зерна (табл. 2).

Обобщая первые результаты опытов с сахарной свеклой и кукурузой на зерно, можно сделать практический вывод о том, что полученное значимое увеличение урожайности во всех вариантах с внесением калийных удобрений по сравнению с фоном (NP), свидетельствует о значительном недоборе урожая при невнесении калийных удобрений даже на почвах с повышенной и высокой обеспеченностью калием.

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

В.А. Романенков - доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, Всероссийский НИИ агрохимии им. Д. Н. Прянишникова, 127550 Москва, ул. Прянишникова, 31а. e-mail: viua@online.ru

Никитина Любовь Васильевна - Всероссийский НИИ агрохимии им. Д. Н. Прянишникова, 127550 Москва, ул. Прянишникова, 31а. e-mail: viua@online.ru

## Литература

Сычев В.Г., Шафран С.А. Агрохимические свойства почв и эффективность минеральных удобрений. М: ВНИИА, 2013. - 296 с.

С.Е. Иванова - к.б.н., вице-президент Международного Института Питания Растений в Восточной Европе, Центральной Азии и Ближнему Востоку.

В.А. Романенков - д.б.н., ведущий научный сотрудник НИИА имени Д.Н. Прянишникова

Л.В. Никитина - к.б.н., ведущий научный сотрудник НИИА имени Д.Н. Прянишникова

# Оптимизация минерального питания кукурузы и сои на черноземе обыкновенном карбонатном в Ростовской области

Носов В.В., Бирюкова О.А., Купров А.В. и Божков Д.В.

*Рассмотрены результаты стационарного опыта в севообороте кукуруза – соя, а также краткосрочных опытов с кукурузой, проведенных в 2011-13 гг. в Ростовской области. Согласно полученным результатам, экологическая интенсификация способствует росту урожайности кукурузы и сои, а также повышению качества сои по сравнению со сложившейся практикой применения минеральных удобрений в хозяйствах. В статье обоснована экономическая целесообразность применения фосфорных и калийных удобрений под кукурузу в современных условиях.*

Экологической интенсификации – повышению продуктивности сельскохозяйственных культур без причинения какого-либо ущерба агроэкосистемам – отводится важная роль в дальнейшем обеспечении глобальной продовольственной безопасности (Cassman, 1999). Экологическая интенсификация подразумевает использование современных достижений в том числе и в области минерального питания растений. Поэтому при совершенствовании агротехнологий вопросам почвенного плодородия должно уделяться самое серьезное внимание. В этой связи Международный институт питания растений проводит Глобальный проект по кукурузе, направленный на разработку агротехнологий возделывания кукурузы, удовлетворяющих критериям экологической интенсификации (Murrell, 2012). Исследования

одновременно проводятся в США, Аргентине, Бразилии, Китае, Индии, Мексике, Колумбии и Кении.



Соя в стационарном опыте (3 августа 2011 г.).

Слева направо: В.В. Носов, А.В. Купров и О.А. Бирюкова.