

# Надо ли применять калийные удобрения?

Т.С. Мюррелл

*Калий необходим для роста и развития растений. Невнесение калийных удобрений на почвах с низкой калийснабжающей способностью лимитирует урожайность и продуктивность сельскохозяйственных культур и ведет к деградации почв. Отказ от применения калийных удобрений на почвах с высокой калийснабжающей способностью не снижает урожайность и продуктивность сельскохозяйственных культур. Однако длительное некомпенсированное отчуждение калия с урожаями в конечном итоге ведет к истощению почвенного плодородия по калию, и данный фактор становится лимитирующим. Это произошло в ряде регионов мира.*

**Р**астениям для нормального роста и развития необходимы 17 элементов питания, и калий (К) – один из них. Он потребляется растениями в больших количествах, и поэтому относится к макроэлементам. Корневая система растений поглощает калий из почвы. В связи с этим возникает следующий основополагающий вопрос, на который специалисты в области плодородия почв и питания растений ищут ответ в течение последних десятилетий: «Насколько потребность растений в калии может быть удовлетворена за счет калия, содержащегося в почве?»

Чтобы выяснить, достаточно ли почва обеспечена калием, исследователи проводят полевые опыты с внесением возрастающих доз калийных удобрений и изучают отзывчивость растений. Вариант без внесения калия, называемый «контролем», в данном случае служит для сравнения. Если при внесении калийных удобрений улучшается рост и развитие растений, и обеспечивается получение прибавки урожайности относительно контроля, это свидетельствует о том, что калийснабжающая способность почвы недостаточна для удовлетворения потребностей растений в калии.

Схема полевых опытов по изучению отзывчивости растений на отдельные элементы питания составляется таким образом, чтобы можно было

установить, как невнесение какого-либо элемента влияет на его поглощение растениями и на урожайность в том случае, когда все остальные элементы питания вносятся в достаточных количествах. Например, в Китае был недавно проведен мета-анализ данных 522 полевых опытов по изучению отзывчивости пшеницы на применение калийных удобрений (Liu и др., 2011). Опыты проводились в трех основных регионах возделывания пшеницы, и средняя прибавка урожайности зерна при внесении калия составила 0.74 т/га.

Наблюдаемая в полевых опытах отзывчивость растений на применение калийных удобрений была и остается основой для решения вопроса о необходимости внесения калия в почву. При этом один из применяемых подходов основан на проведении анализа растений для изучения поглощения калия из почвы. Другой подход предполагает проведение анализа почвы в дополнении к учету урожайности и определению прибавки урожайности от калия. В данной статье рассматриваются оба подхода.

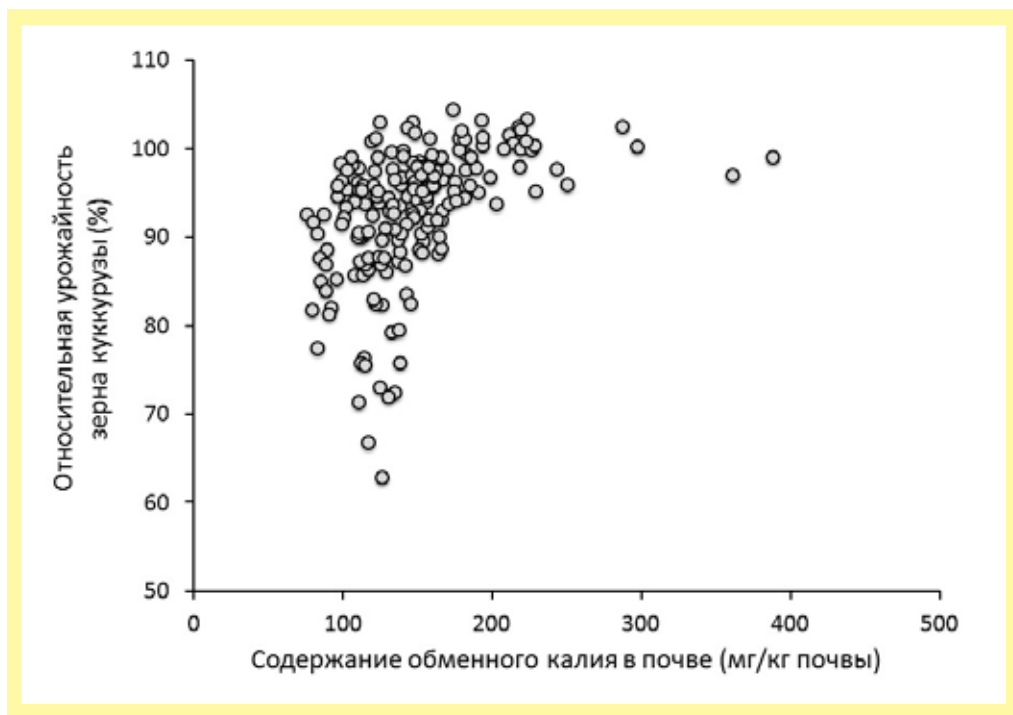
## Подход, основанный на проведении анализа растений

Данный подход подразумевает изучение поглощения калия растениями для ответа на вопрос о том, какое количество калия может поступать в растения из почвы. В полевых опытах, где изучается отзывчивость растений на применение калийных удобрений, определяется поступление калия из почвы – поглощение калия растениями в варианте без применения калийных удобрений, в котором все остальные элементы питания вносятся в достаточных для растений количествах (Dobermann и др., 2003). При этом сравнивается поглощение калия растениями в вариантах без внесения и с внесением достаточного количества калийных удобрений. Если разницы не наблюдается, то почва способна обеспечить растения достаточным количеством калия. Если же поглощение калия растениями в удобренном калием варианте опыта выше, чем в контроле, то калийснабжающая способность почвы недостаточна для удовлетворения потребностей растений.

Так как нереально заложить опыты по



**Участники научного проекта МИПР по совершенствованию рекомендаций по внесению калийных удобрений и корректировке существующих градаций по обеспеченности почвы калием при интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. Полевой опыт с кукурузой на зерно в Воронежской области, 2014.**



**Рис. 1.** Пример калибровки данных почвенных анализов (адаптировано из: Barbagelata и Mallarino, 2013).

изучению отзывчивости растений на отдельные элементы питания на каждом поле, ученые разрабатывают модели, обобщая данные за имеющееся количество опыто-лет. Такие модели позволяют оценить поступление калия из почвы и общую потребность растений в калии для территорий, где нет опытных данных. Подобный подход использован, например, при разработке «Экспертной программы расчета доз удобрений» [Nutrient Expert] (Pampolino, 2012).

### Подход, основанный на проведении анализа почвы

Подход, основанный на проведении анализа почвы, также позволяет определить, насколько почва способна удовлетворять потребности растений в элементах питания. При этом также проводится учет урожайности, но акцент делается именно на прибавке урожайности, а не на поглощении элементов питания растениями.

Методы анализа почв были разработаны для того, чтобы до посева сельскохозяйственных культур определить, достаточно ли будет поступление калия из почвы (Bray, 1944). При анализе почвы часть калия, удерживаемого на поверхности почвенных частиц, извлекается химическими экстрагентами. Данные формы калия считаются доступными для растений. В связи с тем, что в процессе извлечения калия из почвы задействованы механизмы ионного обмена, извлекаемый таким образом калий называется «обменным». Содержание обменного калия в почве не свидетельствует непосредственно об общем количестве калия, доступного для поглощения растениями. Это показатель, который имеет агрономическую значимость в том случае, когда увязывается с отзывчивостью растений на применение калийных удобрений. Данные зависимости

создаются в процессе калибровки данных почвенных анализов.

При проведении исследований с целью калибровки данных почвенных анализов с экспериментального участка отбирается репрезентативный почвенный образец и анализируется на содержание обменного калия. Затем проводится полевой опыт с использованием одной из двух возможных схем. Это может быть вышеописанная схема по изучению отзывчивости растений на применение калийных удобрений, где сравнивается урожайность в вариантах без внесения (контроль)

и с внесением калия. Можно также провести полевой опыт по изучению отзывчивости растений на внесение возрастающих доз калия, включающий и контрольный вариант. В обоих случаях проводится учет урожайности, и определяются прибавки урожайности от калия. Кроме того, при использовании второго подхода с помощью статистических моделей определяется доза калия, которая способствует получению максимально достижимой урожайности. Урожайность в варианте без внесения калия выражается в процентах от урожайности, полученной в варианте с внесением достаточной дозы калия. Рассчитанная таким образом относительная урожайность служит показателем того, достаточно ли поступление калия из почвы или нет. Если относительная урожайность < 100%, это свидетельствует о недостаточном калийном питании растений. Также строятся зависимости между относительной урожайностью и исходным содержанием обменного калия в почве. Полученные зависимости показывают, какую урожайность в процентах от достижимого уровня можно получить за счет поступления калия из почвы при данном содержании обменного калия (Dahnke и Olson, 1990).

Пример такой калибровки данных почвенных анализов показан на **рис. 1**, где представлены результаты исследований, проведенных недавно в Университете штата Айова (Barbagelata и Mallarino, 2013). Каждая точка на графике соответствует одному опыту, проведенному в конкретном году, то есть количество точек соответствует количеству опыто-лет. Полученный график показывает, что при обобщении данных для большого количества опыто-лет получается общая зависимость: при снижении содержания обменного калия в почве снижается и урожайность, если калийные удобрения не вносятся. Об этом свидетельствуют более низкие

значения относительной урожайности. Такие зависимости лежат в основе рассматриваемого подхода, предполагающего проведение почвенных анализов. Данный подход позволяет спрогнозировать для каждого конкретного поля, будет ли поступление калия из почвы достаточным для удовлетворения потребностей растений.

## Баланс калия

Баланс калия – ключевая составляющая обоих подходов, предполагающих проведение как анализа растений, так и анализа почвы. Баланс калия для единицы площади рассчитывается как разница между количеством поступившего в почву калия и его выносом. Положительный баланс свидетельствует о повышении почвенного плодородия по калию, а отрицательный – об истощении. Чаще всего определяется хозяйственный баланс. В упрощенном виде он учитывает: 1) вынос калия с урожаем основной продукции и 2) поступление калия с органическими и минеральными удобрениями. При подобных упрощенных расчетах все остальные приходные и расходные статьи баланса калия не принимаются во внимание.

Изучение баланса калия представляет большой интерес для исследователей во всем мире. Он дает представление о том, способствуют ли используемые агротехнологии сохранению и повышению почвенного плодородия по калию или же ведут к его истощению. При низкой калийснабжающей способности почвы целесообразно обогащать почву калием – поддерживать положительный баланс калия. Истощение почвы по калию, то есть отрицательный баланс калия, допустим при высокой калийснабжающей способности почвы, например, в более засушливых сельскохозяйственных зонах. Однако при этом необходимо предостеречь от длительного истощения богатых калием почв, поскольку в конечном итоге их калийснабжающая способность снижается и становится недостаточной для удовлетворения потребностей сельскохозяйственных культур.

На конференции, проведенной в Уганде, все вовлеченные стороны пришли к заключению, что отрицательный баланс элементов питания должен служить индикатором деградации почв (Bekunda и Manzi, 2003). Вовлеченными сторонами при этом были фермеры, трейдеры, сельскохозяйственные консультанты, исследователи, сотрудники организаций по развитию аграрного сектора, а также управленцы, принимающие в том числе и политические решения. Как продемонстрировали предметные исследования, «... фермеры не реинвестируют часть доходов от реализации сельскохозяйственной продукции в возмещение выноса элементов питания с урожаем ...».

Таким образом, применение калийных удобрений должно не только удовлетворять потребности сельскохозяйственных культур в калии, но и обеспечивать поддержание калийснабжающей способ-

ности почвы на достаточном уровне в долгосрочной перспективе.

## Выводы

Калий – необходимый растениям элемент питания. Невнесение калийных удобрений на почвах с низкой калийснабжающей способностью лимитирует урожайность и продуктивность сельскохозяйственных культур. Доказано, что при этом происходит деградация почв. Отказ от применения калийных удобрений на почвах с высокой калийснабжающей способностью не снижает урожайность и продуктивность сельскохозяйственных культур. Однако длительное некомпенсированное отчуждение калия с урожаями в конечном итоге ведет к истощению почвенного плодородия по калию, и данный фактор становится лимитирующим. Это произошло в ряде регионов мира.

Калийные удобрения надо применять. Использование любого из двух подходов, основанных на проведении анализа растений или почвы, позволяет принять решение о необходимости применения калийных удобрений для удовлетворения потребностей растений в калии и для сохранения почвенного плодородия.

## Литература

- Barbagelata, P.A. and A.P. Mallarino. 2013. Field correlation of potassium soil test methods based on dried and field-moist soil samples for corn and soybean. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 77:318-327.
- Bekunda, M. and G. Manzi. 2003. Use of the partial nutrient budget as an indicator of nutrient depletion in the highlands of southwestern Uganda. *Nutr. Cycl. Agroecosys.* 67:187-195.
- Bray, R.H. 1944. Soil-plant relations: I. The quantitative relation of exchangeable potassium to crop yields and to crop response to potash additions. *Soil Sci.* 58:305-324.
- Dahnke, W.C., and R.A. Olson. 1990. Soil test correlation, calibration, and recommendations. p. 45-71. In Westermann, R.L. (ed.) *Soil testing and plant analysis*. 3rd ed. Soil Science Society of America, Madison, WI, USA.
- Dobermann, A., C. Witt, S. Abdulrachman, H.C. Gines, R. Nagarajan, T.T. Son, P.S. Tan, G.H. Wang, N.V. Chien, V.T.K. Thoa, C.V. Phung, P. Stalin, P. Muthukrishnan, V. Ravi, M. Babu, G.C. Simbahan, M.A.A. Adviento, and V. Bartolome. 2003. Estimating indigenous nutrient supplies for site-specific nutrient management in irrigated rice. *Agron. J.* 95:924-935.
- Liu, X., P. He, J. Jin, W. Zhou, G. Sulewski, and S. Phillips. 2011. Yield gaps, indigenous nutrient supply, and nutrient use efficiency of wheat in China. *Agron. J.* 103:1452-1463.
- Pampolino, M.F., C. Witt, J.M. Pasuquin, A. Johnston, and M.J. Fisher. 2012. Development approach and evaluation of the Nutrient Expert software for nutrient management in cereal crops. *Comput. Electron. Agr.* 88:103-110.

Перевод с английского: В.В. Носов – региональный директор Международного института питания растений по Югу и Востоку России, к.б.н.