



УДК 622. 331:631.4

А.С. МОТОРИН, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий отделом*ГНУ Научно-исследовательский институт сельского хозяйства
Северного Зауралья Россельхозакадемии
e-mail: a.s.motorin@mail.ru***КАЛИЙ В ОСУШАЕМЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ
СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ**

Приведены результаты многолетних исследований по определению содержания калия в осушаемых торфяных почвах и влияния агрономелиоративных приемов на его динамику. Объектами исследований послужили торфяные почвы на средних торфах, типичные по генезису для подтайги (болото Ерникуль, расположенное на водоразделе рек Тобол и Вагай; Усальское – на второй надпойменной террасе р. Тобол) и лесостепи (болото Тарманское, объект Решетниково, расположенное на второй надпойменной террасе р. Туры) Северного Зауралья. Выявлено, что содержание валового калия в натеррасных болотах в 3,7–4,6 раза больше, чем на водораздельных. Длительное (13–15 лет) внесение калия по 90–120 кг д.в./га обеспечивает сохранение его валовых запасов. В нормальнозольных торфяных почвах подвижный калий составляет 74,1–96,6 % от валового. Основное количество подвижного калия сосредоточено в 0,4-метровом слое. Разовое внесение высоких норм калия (150 кг д.в./га и выше), а тем более внесение его в запас на ряд лет недопустимо. При 0,5-метровом уровне грунтовых вод за пределы корнеобитаемого слоя передвигается около 1/3 внесенного калия. Внесение 300 т/га глины увеличивает запасы подвижного калия на 282,4 кг, песка – на 103,4 кг, гумусового горизонта лугово-болотной почвы – на 230 кг/га. Высокие нормы (600–900 т/га) глины существенно увеличивают фиксирующую способность торфяной почвы. Установлено, что на торфяных почвах нецелесообразно стремиться к созданию высокого уровня обеспеченности калием. Это ведет к большим непроизводительным потерям калия и ухудшает качество продукции. Важным условием повышения эффективности калийных удобрений является их дробное внесение, которое обеспечивает создание бездефицитного баланса калия в почве.

Ключевые слова: калий, торфяная почва, удобрения, болото, режим осушения, минеральный грунт.

Материалы исследований по обеспеченности осушаемых почв калием в разных регионах страны свидетельствуют о глубокой специфичности и прямой связи его наличия с генезисом торфяной почвы и режимом осушения, приемами освоения и сельскохозяйственного использования [1, 2].

На Европейском севере калийные удобрения оказывают высокое положительное влияние на все возделываемые культуры [3]. В условиях Сибири калийные удобрения, как и азотные, обеспечивают прирост урожая только в сочетании с фосфорными, однако прибавка урожая от калия приобретает практическую ценность только на азотно-фосфорном фоне [4].

Окультуривание не всегда приводит к существенному накоплению калия в пахотных горизонтах торфяных почв [5]. Сокращение запасов подвижного калия установлено в Барабе. Если в первые годы освоения торфяных почв Барабы калийные удобрения не оказывали заметного влияния на повышение урожайности [6], то при длительном (15–20 лет) использовании обнаружено

низкое содержание усвояемого калия, и опыты по его внесению под различные культуры дали положительные результаты [7].

Анализ использования торфяных почв Северного Зауралья показывает, что выращивание большинства культур без учета особенностей калийного режима не дает должного эффекта. Калийный режим торфяных почв изучен недостаточно. В связи с этим нами проведены многолетние исследования по данному вопросу.

Цель исследования – установить содержание калия в осушаемых торфяных почвах и влияние агромелиоративных приемов на его динамику.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалы исследований относятся к наиболее перспективной для мелиорации и освоения в настоящее время зоне евтрофных болот, где низинные торфяные почвы имеют благоприятные условия для дренирования и относительно широко используются под сельскохозяйственные угодья.

Объектами исследований послужили торфяные почвы на средних торфах, типичные по генезису для подтайги (болото Ерникуль, расположенное на водоразделе рек Тобол и Вагай; Усальское – на второй надпойменной террасе р. Тобол) и лесостепи (болото Тарманское, объект Решетниково, расположенное на второй надпойменной террасе р. Туры) Северного Зауралья.

Полевые стационарные исследования проводили в 1973–2008 гг.

Торфяные почвы на среднем торфе имеют низкую зольность (4,7–7,2 %), слабокислую реакцию среды (рН солевое 5,2–6,2), относительно высокую гидролитическую кислотность (21,2–40,8 мг·экв/100 г почвы), низкую степень насыщенности основаниями (62–85 %).

Валовые и подвижные формы калия проанализированы согласно общепринятым стандартам (Агрохимические методы исследования почв, 1975 г.).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно нашим исследованиям, содержание валового калия в торфяных почвах низкое, по профилю оно изменяется незначительно (табл. 1). Низкие запасы калия в торфах обусловлены прежде всего химическим составом растений-торфообразователей. При образовании торфа большая часть калия в растительных остатках минерализуется и выщелачивается.

При переходе к материнской породе количество калия резко увеличивается.

Сравнительный анализ показывает, что в пределах подзоны содержание валового калия тесно связано с геоморфологическими условиями залегания болота. Например, содержание валового калия на болоте Ерникуль минимально – 0,02–0,05 %. Это обусловлено тем, что на данном типе болот источниками зольных элементов являются лишь сами растения-торфообразователи. На террасных болотах также активную роль играют минерализованные воды, стекающие с суходолов, расположенных выше. В связи с этим содержание валового калия на болоте Усальское выше, чем на болоте Ерникуль, в 3,7–4,6 раза. Многолетними исследованиями установлено существенное сокращение запасов валового калия на объекте Усалка. Здесь содержание валового калия уменьшается по всему

Таблица 1

Содержание валового калия в торфяных почвах на среднем торфе, %

Глубина, м	Ернякуль		Усалка		Решетниково	
	Перед закладкой опыта	Через 35 лет	Перед закладкой опыта	Через 31 год	Перед закладкой опыта	Через 27 лет
0–0,2	0,03	0,05	0,15	0,11	0,09	0,08
0,2–0,4	0,05	0,03	0,12	0,07	0,08	0,07
0,4–0,6	0,02	0,02	0,11	0,08	0,06	0,07
0,6–0,8	0,02	0,02	0,10	0,08	0,08	0,08
0,8–1,0	0,02	0,03	0,09	0,08	0,06	0,07
1,0–1,2	0,02	0,20	0,96	Не опр.	Не опр.	Не опр.
1,2–1,4	0,55	Не опр.	2,07	»	»	0,13

профилю почвы, особенно в верхнем 0,4-метровом слое (на 66,7 %). Объясняется данный факт выращиванием на опытном участке многолетних трав без внесения калийных удобрений.

Внесение калийных удобрений в норме 90–120 кг д.в./га на протяжении 15 (болото Ернякуль) и 13 лет (объект Решетниково) обеспечило сохранение запасов валового калия.

Калий в нормальнозольных торфяных почвах обладает значительной подвижностью, что объясняется непрочной фиксацией его торфом, органической природой коллоидов поглощающего комплекса (табл. 2). Вследствие высокой подвижности калия трудно достичь значительных его запасов даже при внесении повышенных доз удобрений.

Основное количество подвижного калия к началу освоения торфяных почв сосредоточено в верхнем 0,4-метровом слое (табл. 3). Без систематического внесения калийных удобрений под многолетние травы происходит снижение содержания подвижного калия в корнеобитаемом слое почвы.

В связи с низким содержанием валового калия и его высокой подвижностью агротехнические приемы не оказывают заметного влияния на накопление его подвижных форм. Без внесения удобрений содержание подвижного калия в пахотном слое торфяной почвы на среднем торфе под влиянием двухлетнего парования, возделывания картофеля и ячменя возросло на 2,0–4,4 мг/100 г почвы. Самое существенное влияние на накопление калия оказало применение горохоовсяной смеси в качестве сидерата

Таблица 2

Запасы валового и подвижного калия в торфяной почве на среднем торфе (Ернякуль)

Глубина, м	Калий, кг/га		Подвижный калий, % к валовому
	валовой	подвижный	
0–0,2	88,2	85,2	96,6
0,2–0,4	153,0	128,2	83,8
0,4–0,6	56,0	30,8	55,0
0,6–0,8	54,8	34,5	62,9
0,8–1,0	54,0	40,0	74,1

Таблица 3

Содержание подвижного калия в торфяной почве на среднем торфе, мг/100 г почвы

Глубина, м	Ернякуль		Усалка		Решетниково	
	Перед закладкой опыта	Через 35 лет	Перед закладкой опыта	Через 31 год	Перед закладкой опыта	Через 27 лет
0–0,2	32,4	13,0	32,0	12,8	17,1	11,0
0,2–0,4	41,9	22,7	19,0	13,8	11,5	9,8
0,4–0,6	11,0	12,7	15,0	13,0	15,4	15,7
0,6–0,8	12,6	13,0	8,5	8,7	14,1	12,3
0,8–1,0	15,0	13,5	19,0	16,0	14,3	11,9
1,0–1,2	8,0	7,0	Не опр.	Не опр.	13,9	13,0

(25 т/га). Через год после заделки сидерата в почву содержание калия в пахотном слое возросло с 40,2 до 48,5 мг/100 г почвы.

При ускоренном залужении под многолетними травами без внесения удобрений запасы калия остались практически без изменения. Объясняется это очень слабым его потреблением из-за недостатка подвижного фосфора и крайне низким урожаем многолетних трав (2,1 ц/га сена).

Низкое содержание валового калия свидетельствует о высокой калийной истощаемости торфяных почв на среднем торфе. Это хорошо согласуется с высокой эффективностью калийных удобрений. Нашими исследованиями установлено, что в торфяных почвах содержание калия возрастает главным образом за счет удобрений уже в первый год внесения. Так, внесение 180 кг д.в./га калия в паровом поле увеличило его содержание с 39,5 до 112,0 мг/100 г почвы, т.е. в 2,8 раза; под картофелем – в 1,7 раза. Минимальное накопление калия установлено под многолетними травами, где его количество возросло лишь на 10,2 мг/100 г почвы (27 %). В последующие годы содержание калия изменялось незначительно. По мнению В.Н. Ефимова (1986 г.), в освоенных торфяных почвах качественного изменения в формах аккумуляции калия не происходит. Это значит, что при освоении торфяных почв калий сохраняет свою высокую подвижность. Вследствие этого даже длительное систематическое внесение калийных удобрений не обеспечивает стабильно высокого увеличения обеспеченности калием.

В процессе окультуривания под влиянием удобрений происходит накопление подвижного калия в подпахотном горизонте, особенно на паровых делянках. Так, содержание калия в слое 0,2–0,4 м в черном пару возросло на 45–48 % по отношению к исходному и достигло 42–55 мг/100 г почвы.

Отмечается незначительное (на 5–7 мг/100 г почвы) увеличение количества калия на глубине 0,4–0,6 м. На делянках, занятых многолетними травами, передвижение калия в подпахотный слой в 2,5 раза ниже, чем на паровых. Корневая система многолетних трав играет роль своеобразного биологического фильтра, задерживающего перемещение калия вниз по профилю почвы.

В условиях Северного Зауралья стремиться к созданию высокого уровня обеспеченности торфяных почв калием нецелесообразно, поскольку

это ведет к большим непроизводительным его потерям и ухудшает качество продукции (табл. 4).

Разовое внесение высоких норм калия, а тем более внесение его в запас на ряд лет недопустимо. Последнее приводит к большим потерям калия за счет вымывания в дренажные воды и значительного выноса урожаем. При этом содержание калия в сене превышает установленные зоотехнические нормы [8].

На нормальнозольных торфяных почвах необходимо лишь ежегодное внесение калийных удобрений, рассчитанное на запланированный урожай. Прекращение внесения калийных удобрений сразу же сказывается на его содержании в почве. В течение двух лет содержание калия в корнеобитаемом слое торфяных почв на среднем торфе уменьшается практически до исходного состояния (табл. 5).

В динамике калия торфяных почв существенную роль играет водный режим. Лизиметрическим опытом установлено, что при 0,5-метровом уровне грунтовых вод за пределы 0,3-метрового слоя передвигается около 1/3 внесенного калия (табл. 6).

При оптимальном режиме осушения (УГВ 1,0 м) миграция калия сокращается в 4,6 раза. При ежегодном внесении 90 кг д.в. калийных удобрений под многолетние травы отмечен отрицательный баланс калия. Вынос калия урожаем превышает его внесение в 1,4–1,6 раза при всех уровнях грунтовых вод. В связи с этим через 6 лет нами установлено снижение запасов его валовых и подвижных форм.

Таблица 4

Содержание подвижного калия в пахотном слое торфяной почвы на среднем торфе и в сене многолетних трав (Усалка)

Вариант опыта	Год действия удобрений		
	первый	второй	третий
Без удобрений	$\frac{9,0}{0,9}$	$\frac{11,0}{1,3}$	$\frac{7,0}{1,2}$
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀ ежегодно	$\frac{13,0}{1,5}$	$\frac{11,0}{1,8}$	$\frac{8,0}{1,7}$
P ₄₅₀ K ₄₅₀ в запас на 5 лет	$\frac{50,0}{3,9}$	$\frac{15,0}{3,1}$	$\frac{10,0}{2,4}$

Примечание. В числителе – содержание калия в почве, мг/100 г почвы; в знаменателе – в сене, %.

Таблица 5

Содержание подвижного калия в торфяной почве на среднем торфе под многолетними травами (Решетниково), мг/100 г почвы

Вариант опыта	Год				
	1981	1985	1991	1993	2008
Без удобрений	35,5	21,0	28,1	26,4	14,5
N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	41,9	34,8	57,8	38,8	15,8

Примечание. С 1991 г. удобрения не вносили.

Таблица 6

**Баланс валового калия в 0,3-метровом слое торфяной почвы на среднем торфе
под многолетними травами в зависимости от уровня грунтовых вод (Решетниково), кг**

Уровень грунтовых вод, м	Содержание		Внесено с удобрениями	Вынос урожаем	Вынос за пределы слоя 0–0,3 м	
	Перед закладкой опыта	Через 6 лет			кг	% к внесен- ному
0,5	370,8	125,0	375	521,4	99,4	26,5
1,0	370,8	160,1	375	564,0	21,7	5,8
1,5	370,8	149,0	375	581,4	15,4	4,1
2,0	370,8	154,1	375	574,1	17,6	4,7

Таблица 7

**Запасы подвижного калия в торфяной почве на среднем торфе при внесении добавок
минерального грунта (Ернякуль), кг/га**

Вариант опыта	В год внесения грунта			Через 3 года		
	Глубина, м					
	0–0,2	0,2–0,4	0,4–0,6	0–0,2	0,2–0,4	0,4–0,6
Контроль	95,4	68,4	56,2	75,3	54,1	49,2
Глина, 300 т/га	317,1	85,2	58,1	190,8	66,9	38,9
Песок, 300 т/га	156,2	60,0	53,2	118,0	54,9	51,7
Лугово-болотная почва, 300 т/га (горизонт А)	223,6	70,3	51,5	164,6	61,9	40,0

Исследованиями установлено, что использование добавок минерального грунта способствует накоплению подвижного калия в пахотном слое почвы в значительных количествах (табл. 7). Увеличение калия обусловлено прежде всего его наличием во вносимых грунтах. Например, в глине содержалось 61 мг калия, песке – 21,9 мг, в гумусовом горизонте лугово-болотной почвы – 49,9 мг/100 г почвы. За счет этого в почву дополнительно было внесено с глиной 282,4 кг калия, песком – 103,4 кг и с лугово-болотной почвой (горизонт А) – 230 кг/га. Через 3 года без дополнительного внесения удобрений содержание калия в 0,2-метровом слое снизилось на 32,4–66,2 %. Необходимо отметить, что положительное действие добавок минерального грунта на содержание калия практически ограничивается только пахотным слоем.

Внесение глины в торфяную почву существенно увеличивает ее фиксирующую способность, что подтверждается возрастанием запасов валового калия.

ВЫВОДЫ

1. Нормальнозольные торфяные почвы Северного Зауралья имеют низкие запасы валового калия (0,02–0,15 %). Основная часть подвижного калия находится в верхнем 0,4-метровом слое (11,5–41,9 мг/100 г почвы).

2. Увеличение содержания валового и подвижного калия достигается применением калийных удобрений и в меньшей степени обработками, выращиванием сельскохозяйственных культур. Длительное систематическое внесение калийных удобрений не обеспечивает стабильно высокого увеличения обеспеченности калием.

3. На торфяных почвах нецелесообразно стремиться к созданию высокого уровня обеспеченности калием. Это ведет к большим непроизводительным потерям калия и ухудшает качество продукции. Важным условием повышения эффективности калийных удобрений является их дробное внесение, которое обеспечивает возможность создания бездефицитного баланса калия в почве.

4. При недостаточном осушении (0,5 м) вынос калия за пределы корнеобитаемого слоя составляет около 1/3 от его внесения.

5. Положительное действие добавок минерального грунта на содержание калия практически ограничивается только пахотным слоем и определяется его наличием в них. Добавки минерального грунта повышают фиксирующую способность торфяных почв по отношению к калию, что имеет важное практическое значение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Ефимов В.Н.** Торфяные почвы и их плодородие. – Л.: Агропромиздат, 1986. – 264 с.
2. **Кулаковская Т.Н.** Влияние минеральных удобрений на процессы окультуривания торфяно-болотных почв // Научные труды БелНИИМиВХ. – Минск, 1956. – С. 288–316.
3. **Бухман В.А.** Влияние осушения и окультуривания на динамику плодородия, агрохимические и биологические свойства почв гидроморфного ряда // Почвы Карелии и пути повышения их плодородия: сб. науч. тр. – Петрозаводск, 1968. – С. 99–105.
4. **Рудой Н.Г.** Действие удобрений на урожайность кормовых культур на торфяно-болотной почве // Окультуривание и сельскохозяйственное использование торфяных почв Средней Сибири: сб. науч. тр. – Красноярск, 1978. – С. 73–85.
5. **Рехт С.А.** Поглощение калия и фосфорной кислоты болотными почвами // Применение удобрений на болотных почвах. – М., 1940. – С. 18–20.
6. **Вернер А.Р.** Освоение осушенных болот Западной Сибири. – Омск: Омгиз, 1958. – 52 с.
7. **Моисеенко М.П.** Применение минеральных удобрений на староосвоенных торфяно-болотных почвах Барабы // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 1972. – № 4. – С. 61–66.
8. **Сильнягин А.Н., Ефимова Н.М.** Влияние минеральных удобрений, внесенных в запас на качество сена многолетних трав и химический состав торфяно-болотных почв // Вопросы химизации сельского хозяйства в Тюменской области: сб. науч. тр. – Тюмень, 1976. – С. 79–86.

Поступила в редакцию 28.02.2014

A.S. MOTORIN, Doctor of Science in Agriculture, Department Head

*Research Institute of Agriculture for Northern Trans-Ural Region,
Russian Academy of Agricultural Sciences
e-mail: a.s.motorin@mail.ru*

POTASSIUM IN DRAINED PEAT SOILS OF NORTHERN TRANS-URAL REGION

Results are given from long-term investigations on determining the potassium content in drained peat soils and on evaluating the influence of soil-conservation techniques on its dynamics. The objects of investigations were medium-peat soils, genesis of which was typical of subtaiga (the bog Ernyakul located on the watershed of the Tobol and Vagay Rivers; the bog Usalskoye located on the

second terrace above the floodplain of the Tobol) and of forest steppe (the bog Tarmanskoye; the object Reshetnikov located on the second terrace above the floodplain of the Tura River) in Northern Trans-Ural Region. It has been found that the total potassium content in bogs located on terraces is 3.7–4.6 times more than that in watershed bogs. The long-term (13–15 years) application of potassium at the rate of 90–120 kg a.i. per ha provides conservation of its total reserves. In peat soils with normal ash content, mobile potassium makes up 74.1–96.6 percent of the total potassium content. Major mobile potassium is in the 0.4 m soil layer. The single application of high potassium rates (150 kg a.i. per ha and more), especially the application of potassium as a reserve for a number of years, cannot be allowed. At the 0.5 m level of underground water, about one third of potassium applied moves outside the limits of the root layer. The application of 300 tons of clay per ha increases reserves of mobile potassium by 282.4 kg, sand by 103.4 kg, humus horizon of meadow-swamp soil by 230 kg per ha. The high rates (600–900 t/ha) of clay considerably increase the fixing ability of peat soil. It is inexpedient to strive for creating a high level of potassium availability on peat soils. This results in heavy unproductive losses of potassium and poorer quality of products. The essential condition to increase the effectiveness of potash fertilizers is a split application that provides deficit-free potassium balance in soil.

Keywords: potassium, peat soil, fertilizers, bog, irrigation regime, mineral ground.

УДК 632.954:633.15

А.В. КОСТЮК, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией,
Т.В. АЛТУХОВА*, кандидат сельскохозяйственных наук, старший госинспектор

*ГНУ Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений
Россельхозакадемии,*

**Управление Россельхознадзора по Приморскому краю
e-mail: dalniizr@mail.primorye.ru*

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕРБИЦИДА МИЛАГРО ДЛЯ БОРЬБЫ С СОРНЯКАМИ В ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО

Представлены результаты вегетационных и полевых испытаний в условиях Приморского края гербицида Милагро, КС (40 г/л никосульфурона) ООО «Сингента» как средства борьбы с сорняками в посевах кукурузы. Показано, что гербицид в дозах 1,0 и 1,5 л/га при послевсходовом внесении эффективно подавлял злаковые сорные растения и некоторые однолетние двудольные. Добавление к нему Луварама (0,82 л/га) усиливало действие на двудольную сорную растительность. Установлено, что защита культуры от сорняков данной баковой смесью позволила сохранить до 22 ц/га зерна (в контроле 12,6 ц/га). Это было существенно больше, чем при индивидуальном использовании гербицида Милагро (1,0 л/га). На чистом от сорняков фоне гербицид Милагро оказывал некоторое стимулирующее действие на культуру, повышая ее урожайность на 3–4 %. При использовании баковой смеси Милагро с Луварамом (1,0 + 0,82 л/га) кукуруза была индифферентна к ее составляющим. Гербицид практически полностью разлагается в почве через 11 мес после применения и не оказывает влияния на густоту стояния, высоту растений и урожайность последующих посевов пшеницы.

Ключевые слова: кукуруза, сорные растения, гербицид Милагро, гербицид Луварам, урожайность, биомасса.

Дальневосточный регион, имеющий 2,2 млн га пахотных земель, по своим почвенно-климатическим ресурсам располагает большим количеством значительно различающихся между собой подзон, где можно выращивать около 30 видов сельскохозяйственных культур. Урожайность зерна кукурузы, возделываемой даже на малоплодородных буро-подзолистых