

ЗЕМЛЯРОБСТВА І РАСЛІНаВОДСТВА

УДК 631.146:631.445.12(476)

А. М. УСТИНОВА

ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ БЕЛОРУССКОГО ПООЗЕРЬЯ, НАХОДЯЩИХСЯ БОЛЕЕ 35 ЛЕТ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси

(Поступила в редакцию 21.02.2006)

Низинные торфяные почвы обладают высоким потенциальным плодородием. Их осушение создает нормальные условия водно-воздушного режима, но не может создать оптимальных условий пищевого режима, который лимитирует урожайность сельскохозяйственных культур [1, 2].

Минеральные удобрения как источник элементов питания растений являются основным фактором повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Они оказывают влияние на изменение свойств почвы: с увеличением доз и продолжительности применения удобрений в большей степени проявляется их воздействие [3–5].

Создание и поддержание на оптимальном уровне запасов элементов питания и условий хорошей доступности их растениям – основа плодородия почв и в то же время ключ к управлению этим процессом. Связь содержания элементов питания в почве с урожайностью сельскохозяйственных культур и эффективностью вносимых удобрений обуславливает особое внимание к учету количества и степени подвижности питательных веществ, установлению оптимального уровня их содержания [6].

Система использования торфяных почв должна отвечать требованиям экологической совместимости, обеспечивать максимальное использование высвобождаемого в результате разложения органического вещества минерального азота, не допуская его непроизводительных потерь [7].

Цель исследований – изучение изменения агрохимических свойств торфяных почв Белорусского Поозерья в звене полевого севооборота при внесении минеральных удобрений; исследование различных доз фосфорных и калийных удобрений, а также азотных удобрений.

Объекты и методы исследований. Исследования проводили на осушенной среднемошной торфяной почве низинного типа в СПК «Маяк» Браславского района Витебской области в 1998–2002 гг. Ботанический состав торфа – древесно-осоковый. Земли опытного участка осушены в 1968–1970 гг. открытой сетью каналов, реконструкция которых проведена в 1996–1997 гг.

Пахотный горизонт почвы перед закладкой опыта характеризовался слабокислой реакцией среды ($\text{pH}_{\text{КСИ}} 5,4\text{--}5,8$), низкой обеспеченностью фосфором (150–300 мг/кг почвы), средней – калием (300–450 мг/кг почвы). Объемная масса в слое 0–20 см – 0,21–0,24 г/см³, зольность торфа – 11–13%.

В звене севооборота сельскохозяйственные культуры чередовались в следующем порядке: пелюшко-овсяная смесь – ячмень – многолетние травы – многолетние травы – многолетние травы. Такое чередование должно было в наибольшей мере обеспечивать сохранение плодородия торфяной почвы и в то же время получение экономически эффективной продукции растениеводства.

В 1998 г. было заложено два поля, расположенных в одном массиве. Схема опыта включала три потенциально возможных варианта использования удобрений: частичное восполнение плодородия; бездефицитный баланс; расширенное воспроизводство плодородия.

Повторность опыта – 4-кратная. Общая площадь делянки – 21 м², учетная – 12 м². Полевые опыты проведены с повторением во времени и в пространстве.

Минеральные удобрения – аммиачная селитра, аммонизированный суперфосфат (в безазотных вариантах – простой суперфосфат), хлористый калий вносили ежегодно в предпосевную культивацию. Подкормку ячменя проводили в начале выхода в трубку на основании результатов растительной диагностики. Под многолетние травы во второй и третий год жизни весной вносили все фосфорные и 40 кг/га д. в. азотных удобрений. Калийные и азотные удобрения в дозах свыше 40 кг/га вносили дробно в два приема: весной и под 2-й укос в соотношении 60 и 40%.

Весной перед закладкой опыта (1998 г.) и в конце проведения исследований (2002 г.) отбирали смешанные почвенные образцы поделаяночно. В них по общепринятым методикам определяли: рН_{KCl} – потенциометрическим методом; подвижные фосфор и калий – по Кирсанову; кальций и магний – на атомно-адсорбционном спектрометре.

Результаты и их обсуждение. Как показали исследования, различные варианты применения минеральных удобрений оказали неоднозначное влияние на агрохимические свойства средне-мощной низинной торфяной почвы, находящейся 35 лет в сельскохозяйственном использовании.

1. Установлено, что во всех вариантах опыта баланс фосфора складывался отрицательно. В то же время в вариантах с внесением P₃₇K₁₁₃ и P₅₇K₁₅₃ в среднем за звено севооборота отмечено накопление подвижного фосфора в почве пахотного горизонта (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Изменение содержания подвижного фосфора в торфяной почве, 1998–2002 гг.

Вариант опыта	1998	2002	Изменение содержания в 2002 г. по сравнению с 1998 г.,	
	мг/кг почвы		%	
Контроль	275	250	-25	91
P ₃₇ K ₁₁₃	242	314	72	130
N ₅₇ P ₃₇ K ₁₁₃	207	260	53	126
N ₃₇ P ₃₇ K ₁₁₃	239	293	54	123
N ₇₇ P ₃₇ K ₁₁₃	223	237	14	106
P ₅₇ K ₁₅₃	268	333	65	124
N ₅₇ P ₅₇ K ₁₅₃	282	335	53	119
N ₃₇ P ₅₇ K ₁₅₃	284	346	62	122
N ₇₇ P ₅₇ K ₁₅₃	276	298	22	108
P ₇₇ K ₁₉₃	213	220	7	103
N ₅₇ P ₇₇ K ₁₉₃	269	199	-70	74
N ₃₇ P ₇₇ K ₁₉₃	261	219	-42	84
N ₇₇ P ₇₇ K ₁₉₃	258	167	-91	65

В начале исследований (1998 г.) содержание P₂O₅ в почве составляло 213–284 мг/кг почвы. Применение минеральных удобрений способствовало накоплению подвижного фосфора почвы. К концу исследований (2002 г.), в зависимости от варианта опыта, содержание увеличилось на 14–72 мг/кг почвы. В вариантах P₃₇K₁₁₃ и P₅₇K₁₅₃ на всех фонах азотных удобрений отмечено увеличение подвижных форм P₂O₅ – на 23–30 и 8–22% соответственно. При внесении P₇₇K₁₉₃ на фоне всех изучаемых доз азота отмечено снижение содержания данного элемента в пахотном горизонте торфяной почвы на 35–16% (на 42–91 мг/кг почвы). Это обусловлено формированием более высокой продуктивности сельскохозяйственных культур (56–67 ц/га к. ед. на фоне P₇₇K₁₉₃ в среднем за звено севооборота против 44–53 на фоне P₃₇K₁₁₃), следовательно, и вынос элемента с урожаем здесь значительно выше. На контрольном варианте содержание подвижных форм P₂O₅ в почве уменьшилось на 9% (25 мг/кг почвы). В вариантах, где вносили только фосфорно-калийные удобрения, отмечено накопление подвижного фосфора (7–72 мг/кг почвы в зависимости от дозы удобрений).

Согласно нашим исследованиям, азотные удобрения, способствуя повышению продуктивности культур, препятствуют накоплению подвижного фосфора почвы: в вариантах $N_{37}P_{37}K_{113}$ и $N_{37}P_{57}K_{153}$ за четыре года содержание фосфора увеличилось на 22–23%, а на фоне N_{77} лишь на 6–8%.

Результаты исследований свидетельствуют, что для поддержания достигнутого уровня содержания подвижного фосфора в пахотном горизонте торфяной почвы необходимо внесение минеральных удобрений.

2. Известно, что калий обладает высокой подвижностью и слабо аккумулируется торфяной почвой. В 1998 г. содержание подвижных форм калия в почве составляло 423–784 мг/кг почвы (табл. 2). Несмотря на высокий вынос с урожаем, за годы исследований в отдельных вариантах отмечено накопление подвижного калия в почве.

Т а б л и ц а 2. Изменение содержания подвижного калия в торфяной почве, 1998–2002 гг.

Вариант опыта	1998	2002	Изменение содержания в 2002 г. по сравнению с 1998 г.,	
			мг/кг почвы	%
Контроль	557	481	-76	86
$P_{37}K_{113}$	593	643	50	108
$N_{57}P_{37}K_{113}$	666	653	-13	98
$N_{37}P_{37}K_{113}$	610	615	5	101
$N_{77}P_{37}K_{113}$	784	755	-29	96
$P_{57}K_{153}$	554	620	66	112
$N_{57}P_{57}K_{153}$	599	490	-109	82
$N_{37}P_{57}K_{153}$	606	533	-73	88
$N_{77}P_{57}K_{153}$	647	475	-172	73
$P_{77}K_{193}$	478	585	107	122
$N_{57}P_{77}K_{193}$	542	606	64	112
$N_{37}P_{77}K_{193}$	485	565	80	116
$N_{77}P_{77}K_{193}$	423	463	40	109

К концу исследований в варианте без внесения минеральных удобрений (контроль) содержание снизилось на 76 мг/кг почвы, или на 14%. Из вариантов полного минерального питания только на фоне $P_{77}K_{193}$ получено накопление подвижных форм K_2O – 9–16%, или 40–80 мг/кг почвы. Самое значительное снижение отмечено в варианте $P_{57}K_{153}$ на всех фонах азотных удобрений – 27–18%, что связано с достаточно высоким выносом калия с урожаем. В варианте $P_{37}K_{113}$ на фоне N_{37} содержание подвижного калия почвы осталось на том же уровне, на других фонах азота снижение составило 2–4%. Применение только фосфорно-калийных удобрений в большей степени обеспечивает накопление K_2O . Содержание увеличилось на 50–107 мг/кг почвы, причем чем доза удобрений выше, тем больше подвижных форм калия в почве.

Также выявлено, что увеличение доз азотных удобрений препятствует накоплению подвижного K_2O , что обусловлено более высокой продуктивностью сельскохозяйственных культур.

Таким образом, внесение полного минерального удобрения в дозе ниже $N_{37-77}P_{77}K_{193}$ в среднем за звено севооборота не способно поддерживать достигнутый уровень подвижного K_2O в торфяной почве.

3. Кальций и магний имеют большое значение в питании растений. Кроме того, кальций является регулятором торфообразования. Большое место отводится этим элементам в аккумуляции и миграции гумусовых веществ.

В начале исследований содержание подвижных форм кальция в пахотном слое торфяной почвы составило 1521–1672 мг/кг почвы, что характеризует ее как низкообеспеченную (табл. 3). За годы исследований уровень CaO остался тем же – 1531–1727 мг/кг почвы.

Применение полного минерального удобрения не способно поддерживать достигнутый уровень подвижных форм кальция в торфяной почве. При внесении $P_{57}K_{153}$ на всех фонах азотных

Т а б л и ц а 3. Изменение содержания подвижного кальция в торфяной почве, 1998–2002 гг.

Вариант опыта	1998	2002	Изменение содержания в 2002 г. по сравнению с 1998 г.,	
	мг/кг почвы			%
Контроль	1662	1645	-17	99
P ₃₇ K ₁₁₃	1618	1637	19	101
N ₅₇ P ₃₇ K ₁₁₃	1561	1513	-48	97
N ₃₇ P ₃₇ K ₁₁₃	1541	1530	-11	99
N ₇₇ P ₃₇ K ₁₁₃	1637	1588	-49	97
P ₅₇ K ₁₅₃	1672	1727	55	103
N ₅₇ P ₅₇ K ₁₅₃	1623	1617	-6	100
N ₃₇ P ₅₇ K ₁₅₃	1667	1679	12	101
N ₇₇ P ₅₇ K ₁₅₃	1647	1643	-4	100
P ₇₇ K ₁₉₃	1564	1589	25	102
N ₅₇ P ₇₇ K ₁₉₃	1521	1496	-25	98
N ₃₇ P ₇₇ K ₁₉₃	1565	1539	-26	98
N ₇₇ P ₇₇ K ₁₉₃	1589	1531	-58	96

удобрений содержание СаО осталось в тех же пределах. На фоне P₃₇K₁₁₃ и P₇₇K₁₉₃ количество кальция в почве уменьшилось на 2–4%, причем чем доза азотных удобрений выше, тем больше снижение. В контрольном варианте отмечено незначительное уменьшение данного элемента в почве. Только внесение фосфорно-калийных удобрений способствовало накоплению СаО, которое составило 1–3%, так как в этих вариантах продуктивность сельскохозяйственных культур значительно ниже (41–52 ц/га к. ед.), чем в вариантах полного минерального питания (44–67 ц/га к. ед.).

Исследования показали, что внесение только фосфорно-калийных удобрений обеспечивает накопление подвижных форм кальция в пахотном горизонте торфяной почвы. При использовании N₃₇₋₇₇P₅₇K₁₅₃ уровень кальция остался тем же. Увеличение или снижение доз фосфорно-калийных удобрений в составе полного минерального удобрения незначительно снижает поступление кальция в торфяную почву.

В ходе проведения исследований установлено, что минеральные удобрения не оказывают значительного влияния на содержание магния в низинной торфяной почве: в 1998 г. содержание подвижных форм магния было на уровне 172–191 мг/кг почвы (табл. 4), за годы исследований оно снизилось до 165–186 мг/кг почвы, т. е. на 2–8%.

Т а б л и ц а 4. Изменение содержания подвижного магния в торфяной почве, 1998–2002 гг.

Вариант опыта	1998	2002	Изменение содержания в 2002 г. по сравнению с 1998 г.,	
	мг/кг почвы			%
Контроль	180	165	-15	92
P ₃₇ K ₁₁₃	190	184	-6	97
N ₅₇ P ₃₇ K ₁₁₃	190	186	-4	98
N ₃₇ P ₃₇ K ₁₁₃	188	182	-6	97
N ₇₇ P ₃₇ K ₁₁₃	191	186	-5	97
P ₅₇ K ₁₅₃	181	175	-6	97
N ₅₇ P ₅₇ K ₁₅₃	185	172	-13	93
N ₃₇ P ₅₇ K ₁₅₃	179	174	-5	97
N ₇₇ P ₅₇ K ₁₅₃	172	168	-4	98
P ₇₇ K ₁₉₃	188	184	-4	98
N ₅₇ P ₇₇ K ₁₉₃	182	171	-11	94
N ₃₇ P ₇₇ K ₁₉₃	182	167	-15	92
N ₇₇ P ₇₇ K ₁₉₃	183	169	-14	92

Наибольшее снижение отмечено в контрольном варианте и в варианте $P_{77}K_{193}$ на всех фонах азота – 6–8%. При использовании только фосфорно-калийных удобрений содержание подвижных форм Mg в 2002 г. по отношению к 1998 г. составило 97–98%. Влияние азотных удобрений на поступление магния в торфяную почву не выявлено, следовательно, внесение минеральных удобрений практически не оказывает влияния на обеспеченность низинной торфяной почвы магнием.

В результате применения физиологически кислых удобрений, особенно азотных, может происходить заметное повышение почвенной кислотности. Однако в наших исследованиях обменная кислотность практически не изменилась: в 1998 г. pH_{KCl} 5,3–6,4, в 2002 г. – 5,2–6,7.

Выводы

1. Изменение содержания основных элементов питания в торфяных почвах, находящихся более 35 лет в сельскохозяйственном использовании, определяется количеством вносимых удобрений и уровнем полученного урожая сельскохозяйственных культур.

2. Без внесения минеральных удобрений содержание подвижных форм фосфора в почве снизилось на 25 мг/кг почвы, или 9%. При внесении фосфорно-калийных удобрений отмечено накопление подвижных форм P_2O_5 , которое изменяется от 72 мг в варианте $P_{37}K_{113}$ до 7 мг в варианте $P_{77}K_{193}$. Такая разница обусловлена различным уровнем продуктивности сельскохозяйственных культур и, следовательно, выносом его с урожаем. В вариантах с использованием полного минерального питания на фоне $P_{37}K_{113}$ и $P_{57}K_{153}$ отмечено увеличение содержания его на 23–30 и 8–22% соответственно. В вариантах с использованием $P_{77}K_{193}$ содержание подвижных форм фосфора снизилось на 35–16%. Это связано с формированием более высокой продуктивности сельскохозяйственных культур (56–67 ц/га к. ед. на фоне $P_{77}K_{193}$ в среднем за звено севооборота против 44–53 на фоне $P_{37}K_{113}$).

3. В варианте без внесения минеральных удобрений содержание подвижных форм калия снизилось на 14%. Применение только фосфорно-калийных удобрений обеспечивает накопление его, рост их содержания в почве составил за период исследований 8–22%, причем чем доза удобрений выше, тем больше подвижных форм калия в почве накапливается. При внесении полного минерального удобрения только на фоне $P_{77}K_{193}$ отмечено накопление подвижных форм K_2O – 9–16%, или 40–80 мг/кг почвы. Установлено, что при увеличении доз азотных удобрений в составе полного минерального удобрения накопление подвижного калия в почве снижается, что обусловлено более высокой продуктивностью сельскохозяйственных культур и, следовательно, более высоким выносом с урожаем всех элементов питания, в том числе и калия.

4. При внесении только фосфорно-калийных удобрений отмечена тенденция накопления подвижных форм кальция в пахотном горизонте торфяной почвы. При использовании $N_{37-77}P_{57}K_{153}$ уровень кальция остался тем же. Увеличение или снижение доз фосфорно-калийных удобрений в составе полного минерального удобрения незначительно снижает поступления кальция в торфяную почву.

5. Применение минеральных удобрений приводит к снижению содержания подвижного магния в почве. На фоне $P_{37}K_{113}$ и $P_{57}K_{153}$ содержание элемента в почве снизилось на 2–3%, на фоне $P_{77}K_{193}$ – на 6–8%. В контрольном варианте снижение достигло 8%.

6. Заметного влияния минеральных удобрений на изменение обменной кислотности не установлено.

Литература

1. Мееровский А. С., Белковский В. И., Вахонин Н. К. Прогноз трансформации почвенного покрова мелиорируемых земель под влиянием антропогенных факторов // Мелиорация переувлажненных земель: Сб. науч. работ. Т. XLVI. Минск, 1999. С. 9–24.
2. Лихачевич А. П., Мееровский А. С., Вахонин Н. К. Мелиорация земель в Беларуси. Минск: БелНИИМил, 2001.
3. Повышение эффективности удобрений на осушенных почвах: Аналит. обзор. Минск, 1991.

4. Л я в е р И. С., С о к о л о в Г. А. Опыт повышения плодородия мелиорированных земель: Информ. листок. Минск, 1983.
5. Адаптивные системы земледелия в Беларуси. Минск, 2001.
6. Б е л к о в с к и й В. И., Л и х а ц е в и ч А. П., М е е р о в с к и й А. С. и др. Использование и охрана торфяных комплексов в Беларуси и Польше / Науч. ред. В. Белковский, С. Юрчук. Минск: Хата, 2002.
7. Сохранение и повышение продуктивности мелиорируемых земель центра Нечерноземной зоны России и Беларуси: Монография / Под общ. ред. Ю. А. Мажайского, А. П. Лихацевича. Рязань: Ряз. гос. с.-х. акад. им. П. А. Костычева, 2005.

A. M. USTINOVA

CHANGE OF THE AGROCHEMICAL PROPERTIES OF THE PEAT-BOG SOILS OF POOZERIJA USED FOR MORE THAN 35 YEARS IN THE AGRICULTURAL ROTATION

Summary

The results of the studies made show that the dried low-lying peat soils used for more than 35 years in the agricultural rotation need nitrogen-phosphorous-potassium feeding in doses calculated for their entering with the crop or by 30% higher than the entering. The content of the basic elements of feeding in these soils is determined by the amount of applied fertilizers, crop level and the mobility (migration mobility) of elements. Complete mineral fertilizer more markedly increases the content of the basic elements of feeding in peat soils. A combined influence of the above factors determines a weak increase in the provision of soil with potassium, calcium and magnesium, to a lesser extent, with phosphorus. A marked influence of mineral fertilizers on the content of mobile calcium and magnesium, exchange acidity is not found.