

УДК 631.45:631.445.124: [631.62+ 631.5+ 631.8+ 633

## АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОРФЯНЫХ ПОЧВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В. А. ШАМАНАЕВ, И. В. РЯЗАНОВА

(Кафедра агрономической и биологической химии)

Показано, что на торфяных почвах удобрения оказывают более сильное действие на пищевой режим и урожай культур, чем характер их использования. Указаны оптимальные нормы удобрений под многолетние злаковые травы, картофель и кукурузу.

Систематические обработки почвы под пропашными культурами и паром усиливали мобилизацию почвенного азота и накопление элементов питания под действием удобрений. Дернина многолетних трав тормозила эти процессы. Осушение и пескование слабо влияли на пищевой режим и продуктивность многолетних сеяных и болотных трав.

Наши исследования посвящены определению агрохимических показателей плодородия низинной и переходной (на мощных и среднемощных торфах) торфяных почв и влияния в этих условиях на урожай культур разных норм и сочетаний минеральных удобрений, продолжительности осушения и характера использования почв. Опытный стационар «Щеголево», где проводились исследования, расположен на северо-западе Смоленской области в опытно-производственном хозяйстве «Верховье» Смоленского филиала ВНИИГиМ. Поля были осушены в 1972 г.

Изменение пищевого режима и агрохимических свойств почвы под действием осушения (заповедник — целинное осушаемое болото), обработки (черный пар), минеральных удобрений (виды, нормы, сочетания), монокультуры многолетних злаковых трав (1972—1987 гг., перезалужение в 1977 г. в опытах 2, 3 и в 1980 г. в опытах Ia, 1, 16) и пропашных культур (картофель 11 лет, кормовая свекла 1 год, кукуруза 3 года) изучали в первые 15 лет (1973—1987 гг.) использования почвы. Контроль — целинная неосушенная почва (1969—1972 гг.). Характеристика почвы, условия и методика исследований, а также некоторые данные за 1971—1984 гг. опубликованы ранее [11, 12]. В настоящей статье приводятся результаты за 1985—1987 гг. и обобщаются материалы, полученные за первые 15 лет.

Исследования позволяют уточнить оптимальные уровни минерального азота, подвижного фосфора и калия, других агрохимических показателей торфяной почвы и на этой основе совершенствовать систему удобрения многолетних злаковых трав, картофеля, кукурузы и других культур применительно к условиям Смоленской и смежных с ней областей Нечерноземной зоны.

Целинная, осушенная в течение 15 лет низинная торфяная почва заповедника, как и почва неосушенного болота, характеризовалась благоприятной, близкой к нейтральной реакцией, низким содержанием минерального азота, подвижных форм фосфора и калия (табл. 1). Осушение повысило емкость поглощения торфяной почвы в основном за счет увеличения содержания оснований и в меньшей степени за счет ионов водорода (гидролитической кислотности). На 13—15-й годы осушения значительно увеличилась зольность верхнего слоя почвы. Влажность в результате осушения уменьшилась в 1,9 раза, заметно снизилось также значение рН. С уменьшением влажности почвы связано, вероятно, и снижение содержания водорастворимого аммония и калия.

Изменение агрохимических свойств 0—30 см слоя низинной торфяной почвы под пропашными культурами и многолетними травами в период проведения опыта (в среднем за май — сентябрь)

Вариант опытов	Зольность, %	Влажность, %	рН	Н <sub>г</sub>	S	N—NO <sub>3</sub>	N—NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Fe под- виж- ное							
												мэкв/100 г		мг/100 г				
До осушения, 1972 г.	10,37	398	$\frac{5,71}{6,55}$	36	112	2,4	$\frac{14}{6,3}$	$\frac{8}{—}$	$\frac{14}{5,8}$	—	—							
Заповедник: 1985 г.	14,73	209	$\frac{5,47}{5,96}$	40	148	3,6	$\frac{12}{2,0}$	$\frac{23}{3,4}$	$\frac{20}{3,7}$	$\frac{21}{4,1}$	37							
1986 г.	14,55	194	$\frac{5,48}{6,04}$	54	136	3,2	$\frac{17}{2,9}$	$\frac{26}{6,2}$	$\frac{14}{1,7}$	$\frac{18}{3,6}$	37							
1987 г.	13,64	224	$\frac{5,39}{6,14}$	44	138	1,8	$\frac{10}{3,5}$	$\frac{20}{5,6}$	$\frac{16}{2,3}$	$\frac{22}{2,5}$	33							
Среднее за 3 года	14,37	209	$\frac{5,45}{6,05}$	47	141	2,9	$\frac{13}{2,8}$	$\frac{23}{5,1}$	$\frac{17}{2,6}$	$\frac{20}{3,4}$	36							
Тимофеевка луговая (1985—1987 гг.), опыт 2																		
Без удобрений	11,88	290	$\frac{5,59}{6,18}$	42	161	0,83	$\frac{6,7}{1,7}$	$\frac{12}{3,0}$	$\frac{25}{3,2}$	$\frac{26}{3,9}$	16							
60P	11,78	250	$\frac{5,53}{6,04}$	44	171	0,83	$\frac{6,2}{2,1}$	$\frac{92}{36}$	$\frac{22}{2,7}$	$\frac{24}{4,2}$	17							
150K	11,37	239	$\frac{5,44}{6,16}$	41	171	0,87	$\frac{9,0}{2,9}$	$\frac{11}{3,3}$	$\frac{137}{54}$	$\frac{40}{11}$	17							
90N150K	11,40	241	$\frac{5,44}{6,06}$	40	174	3,80	$\frac{8,8}{2,1}$	$\frac{16}{3,3}$	$\frac{87}{34}$	$\frac{39}{12}$	18							
60P150K — фон 1	12,24	251	$\frac{5,47}{6,05}$	44	178	0,48	$\frac{6,6}{2,3}$	$\frac{56}{24}$	$\frac{55}{20}$	$\frac{39}{11}$	19							
Фон 1+90N	10,89	251	$\frac{5,39}{5,89}$	49	170	2,5	$\frac{7,7}{2,7}$	$\frac{47}{31}$	$\frac{39}{14}$	$\frac{37}{14}$	17							
» +135N	11,04	250	$\frac{5,35}{5,86}$	49	167	2,6	$\frac{7,8}{1,7}$	$\frac{56}{28}$	$\frac{48}{17}$	$\frac{37}{12}$	16							
» +180N	11,43	256	$\frac{5,25}{5,78}$	48	172	5,3	$\frac{8,0}{2,6}$	$\frac{54}{25}$	$\frac{41}{13}$	$\frac{37}{13}$	16							
Фон 2+90N	11,49	240	$\frac{5,34}{5,85}$	48	173	2,3	$\frac{6,7}{1,8}$	$\frac{85}{46}$	$\frac{49}{15}$	$\frac{41}{16}$	17							
» +135N	11,46	251	$\frac{5,26}{5,79}$	48	168	4,7	$\frac{7,0}{2,1}$	$\frac{75}{44}$	$\frac{55}{20}$	$\frac{41}{15}$	16							
» +180N	11,38	254	$\frac{5,24}{5,69}$	51	171	7,2	$\frac{9,4}{2,3}$	$\frac{78}{49}$	$\frac{52}{18}$	$\frac{41}{15}$	17							
Фон 4+90N	11,66	247	$\frac{5,37}{5,95}$	53	166	0,9	$\frac{7,2}{2,1}$	$\frac{109}{50}$	$\frac{113}{64}$	$\frac{52}{20}$	23							
» +135N	11,46	258	$\frac{5,29}{5,84}$	53	164	2,9	$\frac{6,8}{1,3}$	$\frac{113}{46}$	$\frac{124}{62}$	$\frac{44}{20}$	22							
» +180N	11,62	245	$\frac{5,14}{5,69}$	52	163	4,0	$\frac{8,3}{2,7}$	$\frac{109}{52}$	$\frac{112}{53}$	$\frac{46}{18}$	25							
Кукуруза (1985—1987 гг.), опыт 4																		
Без удобрений	13,02	196	$\frac{5,74}{6,22}$	38	182	5,1	$\frac{8,9}{1,3}$	$\frac{26}{5,1}$	$\frac{13}{3,5}$	$\frac{26}{3,9}$	28							
60N180K	14,18	186	$\frac{5,63}{6,15}$	41	185	10	$\frac{4,4}{1,1}$	$\frac{46}{4,9}$	$\frac{66}{33}$	$\frac{33}{9,5}$	29							
60P180K	14,11	186	$\frac{5,68}{6,16}$	42	179	3,1	$\frac{4,7}{0,72}$	$\frac{135}{19}$	$\frac{92}{53}$	$\frac{38}{12}$	24							

Вариант опытов	Зольность, %	Влажность, %	рН	H <sub>Г</sub>	S	N—NO <sub>3</sub>	N—NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Fe под- виж- ное
				мэкв/100 г							
120P180K	13,47	189	$\frac{5,54}{6,00}$	45	177	4,2	$\frac{4,4}{1,2}$	$\frac{199}{28}$	$\frac{85}{54}$	$\frac{36}{12}$	24
60N60P180K	13,36	198	$\frac{5,54}{5,97}$	44	183	8,7	$\frac{6,6}{1,8}$	$\frac{122}{18}$	$\frac{104}{68}$	$\frac{41}{15}$	26
60N120P180K	13,47	196	$\frac{5,50}{5,93}$	47	179	9,1	$\frac{5,3}{1,9}$	$\frac{199}{36}$	$\frac{106}{63}$	$\frac{40}{13}$	28
Черный пар (1985—1987 гг.)											
Без удобрений	13,93	209	$\frac{5,78}{6,23}$	41	189	7,7	$\frac{4,0}{0,91}$	$\frac{46}{5,1}$	$\frac{22}{8,6}$	$\frac{26}{4,8}$	25
120P180K	13,48	204	$\frac{5,61}{6,08}$	46	190	7,6	$\frac{2,8}{0,91}$	$\frac{118}{24}$	$\frac{68}{34}$	$\frac{31}{8,7}$	22
60N120P180K	14,26	191	$\frac{5,66}{6,08}$	45	183	11	$\frac{5,2}{1,3}$	$\frac{105}{17}$	$\frac{62}{35}$	$\frac{32}{10}$	24

Примечание. Здесь и в табл. 2 в числителе — рН<sub>СОЛ</sub>, в знаменателе — рН<sub>ВОД</sub>; соответственно N—NH<sub>4</sub> — обменный и водорастворимый; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — подвижный и доступный; K<sub>2</sub>O и Na<sub>2</sub>O — подвижный и водорастворимый.

Минеральные удобрения слабо влияли на зольность торфяной почвы под всеми культурами и снижали ее влажность под многолетними травами (табл. 1, 2). Под 15-летними бессменными посевами пропашных и черным паром зольность почвы существенно выше, чем под многолетними травами. В среднем по всем фонам минерального питания содержание золы в слое 0—30 см на 8-й год (1985 г.) действия пескования под тимофеевкой луговой (опыт 3) возросло в 5,8 раза (с 12,97 до 75,30 %). По содержанию минеральных веществ в корнеобитаемом слое органогенную торфяную почву после внесения в нее 400 м<sup>3</sup> песка на 1 га можно отнести к минеральной, трансформированной, с песчано-торфяным пахотным горизонтом [2].

Пескование слабо влияло на значение рН, содержание подвижного фосфора и водорастворимого калия, снижало содержание нитратов, обменного аммония, доступного фосфора, подвижных калия и натрия, повышало содержание подвижного железа. При пересчете элементов питания из объемных единиц (мг/100 г) в килограммы на 1 га различия между вариантами с песком и без него существенно изменились [12], так как масса почвы в слое 0—30 см после внесения 400 м<sup>3</sup> песка на 1 га повысилась с 678 до 1221 т/га, или в 1,8 раза. В вариантах с песком влажность почвы снизилась в 2,7—2,9 раза, что связано с уменьшением ее влагоемкости [3]. Снижение емкости поглощения пескованного слоя привело к снижению гидролитической кислотности и особенно суммы поглощенных оснований (табл. 2).

Под пропашными культурами и черным паром сумма поглощенных оснований в большинстве вариантов существенно выше, чем под многолетними сеянными и болотными (заповедник) травами, а гидролитическая кислотность, наоборот, ниже. Под влиянием систематических обработок вместе с зольностью повышалась и насыщенность почвы основаниями. Минеральные удобрения слабее, чем характер использования, влияли на гидролитическую кислотность и сумму поглощенных оснований торфяной почвы, что обусловлено органогенной природой этих почв, их высокой емкостью поглощения и, следовательно, повышенной буферной способностью.

Более динамичны обменная и актуальная кислотность исследуемой почвы. Минеральные удобрения снижали значение рН солевой и

## Агрохимические свойства торфяной почвы под многолетними и однолетними травами

Вариант опытов	Зольность, %	Влажность, %	рН	Н <sub>г</sub>	S	N—NO <sub>3</sub>	N—NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Fe под- виж- ное
Тимофеевка луговая, овсяница тростниковая, 1986 г.											
Опыт 1а											
Без удобрений	10,25	244	$\frac{4,21}{5,29}$	84	86	Нет	$\frac{1,9}{1,1}$	$\frac{12}{4,6}$	$\frac{21}{1,9}$	$\frac{13}{2,3}$	17
90P180K	9,66	240	$\frac{3,84}{5,18}$	96	103	То же	$\frac{1,6}{1,1}$	$\frac{32}{15}$	$\frac{146}{40}$	$\frac{17}{5,7}$	16
180N90P180K	12,79	206	$\frac{4,02}{5,02}$	92	105	2,0	$\frac{8,3}{3,2}$	$\frac{40}{26}$	$\frac{60}{18}$	$\frac{16}{6,5}$	20
Опыт 1											
Без удобрений	9,16	235	$\frac{4,58}{5,45}$	81	107	1,9	$\frac{3,6}{1,3}$	$\frac{16}{5,3}$	$\frac{33}{7,0}$	$\frac{18}{3,8}$	16
90P180K	8,28	232	$\frac{4,31}{5,68}$	82	108	Нет	$\frac{9,8}{1,4}$	$\frac{32}{18}$	$\frac{136}{46}$	$\frac{25}{12}$	13
180N90P180K	8,66	237	$\frac{4,18}{5,01}$	88	111	9,9	$\frac{17}{1,7}$	$\frac{36}{18}$	$\frac{72}{27}$	$\frac{21}{6,7}$	16
Опыт 1б											
Без удобрений	10,17	202	$\frac{4,95}{5,59}$	60	120	Нет	$\frac{2,6}{0,99}$	$\frac{19}{4,3}$	$\frac{31}{4,0}$	$\frac{22}{2,6}$	17
90P180K	11,22	218	$\frac{5,10}{5,80}$	62	120	Нет	$\frac{3,9}{2,7}$	$\frac{65}{22}$	$\frac{137}{45}$	$\frac{26}{4,7}$	20
180N90P180K	10,69	208	$\frac{4,95}{5,55}$	69	130	3,7	$\frac{14}{3,8}$	$\frac{58}{18}$	$\frac{96}{34}$	$\frac{28}{6,6}$	23
Горохоовсяная смесь, опыт 1, 1987 г.											
Без удобрений	9,17	226	$\frac{4,92}{6,12}$	60	116	6,1	$\frac{6,8}{2,7}$	$\frac{13}{3,6}$	$\frac{16}{2,5}$	$\frac{19}{3,8}$	11
90P180K, последствие	8,27	234	$\frac{4,35}{5,53}$	69	100	Нет	$\frac{8,5}{1,4}$	$\frac{26}{13}$	$\frac{61}{17}$	$\frac{16}{6,3}$	13
180N90P180K, последствие	8,70	240	$\frac{4,34}{5,45}$	72	98	1,1	$\frac{7,0}{2,7}$	$\frac{32}{19}$	$\frac{33}{9,2}$	$\frac{22}{7,8}$	13
Тимофеевка луговая, опыт 3, 1985 г.											
45N60P150K (а)	12,67	221	$\frac{5,42}{6,00}$	162	45	0,60	$\frac{3,4}{0,50}$	$\frac{28}{8,8}$	$\frac{42}{7,0}$	$\frac{37}{8,6}$	15
90N60P150K (б)	13,30	235	$\frac{5,41}{5,90}$	166	44	1,0	$\frac{3,0}{0,60}$	$\frac{34}{11}$	$\frac{44}{11}$	$\frac{37}{9,3}$	17
135N60P150K (в)	12,94	222	$\frac{5,36}{5,94}$	165	46	2,0	$\frac{3,0}{0,68}$	$\frac{30}{8,8}$	$\frac{37}{8,4}$	$\frac{38}{8,9}$	18
а + песок, 400 м <sup>3</sup> /га	76,41	83	$\frac{5,46}{5,90}$	46	29	0,20	$\frac{2,3}{0,50}$	$\frac{31}{4,9}$	$\frac{20}{7,5}$	$\frac{13}{4,4}$	23
б + песок, 400 м <sup>3</sup> /га	72,10	86	$\frac{5,39}{5,95}$	47	35	0,50	$\frac{2,1}{0,20}$	$\frac{32}{4,5}$	$\frac{21}{8,0}$	$\frac{14}{4,9}$	24
в + песок, 400 м <sup>3</sup> /га	77,40	76	$\frac{5,41}{5,89}$	48	30	0,48	$\frac{2,4}{0,80}$	$\frac{31}{3,4}$	$\frac{17}{5,3}$	$\frac{14}{3,9}$	23

водной вытяжек под всеми культурами и паром. Причем в вариантах НРК почва подкислялась сильнее, чем при одностороннем и парном применении удобрений. С ростом норм азота от 90N до 135N и до 180N на всех изучаемых в опыте 2 фонах РК значения рН<sub>СОЛ</sub> и рН<sub>ВОД</sub> существенно и почти последовательно снижались. Таким образом, осушение, характер использования исследуемой торфяной почвы, интенсив-

Изменение плодородия низинной торфяной почвы в первые 15 лет опыта

Вариант опытов	N—NO <sub>3</sub>			N—NH <sub>4</sub> обмен.			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> подвиж.			K <sub>2</sub> O*			Урожай, ц/га		
	Пятилетия														
	1-е	2-е	3-е	1-е	2-е	3-е	1-е	2-е	3-е	1-е	2-е	3-е	1-е	2-е	3-е
Заповедник	0,08	3,4	2,8	74	37	15	14	24	23	$\frac{22}{2,6}$	$\frac{25}{3,9}$	$\frac{17}{3,0}$	25,5	26,2	26,8
Многолетние злаковые травы, опыт 1 (урожай сена)															
Без удобрений	17	0,8	0,74	22	7,75	4	10	15	13	$\frac{5,9}{—}$	$\frac{22}{3,2}$	$\frac{31}{6,5}$	10,7	27,0	21,5
90P180K	8,7	нет	нет	18	6,8	8,2	33	50	30	$\frac{32}{—}$	$\frac{111}{37}$	$\frac{121}{42}$	56,5	35,4	34,1
180N90P180K	22	4,2	3,2	18	9,8	9,0	37	49	33	$\frac{35}{—}$	$\frac{88}{28}$	$\frac{61}{24}$	84,6	102,6	102,3
Тимофеевка луговая, опыт 2															
Без удобрений	0,13	0,83	0,69	62	14	8,1	6,5	11	15	$\frac{18}{3,6}$	$\frac{23}{3,0}$	$\frac{23}{3,5}$	19,7	9,0	14,6
60P	0,01	0,14	0,62	82	13	6,5	18	51	84	$\frac{24}{3,2}$	$\frac{22}{2,7}$	$\frac{22}{2,8}$	27,0	24,7	22,7
150K	0,30	0,70	0,52	64	12	9,2	9,0	13	12	$\frac{62}{35}$	$\frac{112}{41}$	$\frac{122}{47}$	25,4	29,2	40,3
60P150K	0,01	0,73	0,29	68	12	6,8	21	62	77	$\frac{46}{19}$	$\frac{44}{15}$	$\frac{47}{16}$	56,9	59,5	81,2
45N60P150K	0,13	Нет	0,20	67	26	8,2	19	16	31	$\frac{42}{17}$	$\frac{27}{5,9}$	$\frac{35}{6,9}$	73,0	74,2	87,0
90N60P150K	—	0,40	1,7	—	14	8,1	—	33	41	$\frac{—}{—}$	$\frac{48}{13}$	$\frac{34}{10}$	111,3	85,8	112,7
135N60P150K	—	1,7	2,0	—	17	9,3	—	39	47	$\frac{—}{—}$	$\frac{36}{10}$	$\frac{38}{12}$	130,2	92,3	114,3
180N60P150K	—	4,2	4,9	—	13	8,8	—	37	46	$\frac{—}{—}$	$\frac{36}{11}$	$\frac{34}{10}$	121,9	102,2	122,0
90—135— 180N60P150K	—	2,1	2,9	—	15	8,7	—	36	45	$\frac{—}{—}$	$\frac{40}{12}$	$\frac{36}{11}$	119,7	93,4	116,3
90—135— 180N90P180K	—	1,6	3,2	—	15	8,2	—	42	64	$\frac{—}{—}$	$\frac{39}{11}$	$\frac{41}{13}$	—	94,6	118,6
90—135— 180N120P300K	—	1,9	1,8	—	15	8,1	—	55	95	$\frac{—}{—}$	$\frac{81}{35}$	$\frac{103}{52}$	—	103,9	129,4
Тимофеевка луговая, опыт 3															
45—90— 135N60P150K(a)	—	0,77	0,73	—	9,1	7,7	—	26	32	$\frac{—}{—}$	$\frac{26}{6,7}$	$\frac{34}{8,3}$	—	82,8	67,4
а + песок, 400 м <sup>3</sup> /га	—	0,45	0,33	—	6,5	4,3	—	25	32	$\frac{—}{—}$	$\frac{19}{6,6}$	$\frac{16}{6,1}$	—	90,1	75,0
Пропашные культуры, опыт 4 (урожай клубней картофеля, в п. 3 за 1983—1984 гг.)															
Без удобрений	14	14	6,3	60	18	6,3	29	49	26	$\frac{27}{5,6}$	$\frac{20}{4,1}$	$\frac{13}{4,0}$	127,0	93,3	85,3
60N	69	24	—	13	20	—	39	43	—	$\frac{31}{7,2}$	$\frac{19}{6,6}$	—	134,2	112,9	—
60N180K	51	—	12	15	—	5,5	35	—	42	$\frac{79}{39}$	—	$\frac{54}{30}$	207,1	—	178,7
60P180K	—	2,2	2,8	—	18	4,3	—	136	148	$\frac{—}{—}$	$\frac{99}{54}$	$\frac{96}{57}$	—	221,8	177,4

Вариант опытов	N—NO <sub>3</sub>			N—NH <sub>4</sub> обмен.			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> подвиж.			K <sub>2</sub> O*			Урожай, ц/га		
	Пятилетие														
	1-е	2-е	3-е	1-е	2-е	3-е	1-е	2-е	3-е	1-е	2-е	3-е	1-е	2-е	3-е
120P180K	7,2	5,2	4,7	52	19	6,3	77	133	154	$\frac{115}{54}$	$\frac{82}{44}$	$\frac{83}{53}$	194,6	190,5	177,2
60N60P180K	—	9,9	9,0	—	20	7,8	—	116	132	—	$\frac{84}{46}$	$\frac{97}{60}$	—	252,6	189,6
60N120P180K	18	12	8,5	65	20	6,3	78	119	158	$\frac{85}{42}$	$\frac{77}{56}$	$\frac{87}{54}$	245,2	217,0	191,3
Черный пар															
Без удобрений	5,4	26	13	63	15	4,8	8,5	63	42	$\frac{25}{7,3}$	$\frac{25}{9,9}$	$\frac{20}{7,8}$	—	—	—
120P180K	—	9,1	8,5	—	19	4,0	—	117	109	—	$\frac{63}{31}$	$\frac{70}{38}$	—	—	—
60N120P180K	11	22	17	91	19	5,3	46	96	100	$\frac{74}{44}$	$\frac{83}{51}$	$\frac{66}{39}$	—	—	—

\* K<sub>2</sub>O — в числителе подвижный, в знаменателе — водорастворимый.

ность возделываемых культур (травы, пропашные, пар) и особенно пескование сильнее изменяли зольность, емкость поглощения, состав поглощенных ионов (слабее — рН) и меньше влияли на содержание и динамику элементов питания. Последние сильнее изменялись под действием минеральных удобрений, особенно в сочетании с систематическими обработками почвы под пропашными культурами и черным паром.

Содержание подвижных форм натрия слабее связано с нормами калийных удобрений (в основном хлористого калия, реже — калийной соли), чем содержание калия, но во всех калийных вариантах его находили больше, чем в бескалийных (табл. 1, 2). Содержание подвижного железа существенно выше в целинной почве заповедника, а также под бессменными пропашными культурами и паром. Оптимальные нормы минеральных удобрений слабо влияли на его запасы. Применение повышенных норм NPK (120N120P300K) сопровождалось заметным подъемом уровня подвижного железа в почве под тимофеевкой луговой. На фоне последствий удобрений под горохоовсяной смесью в 1987 г. его обнаружено значительно меньше.

Бессменное 15-летнее возделывание пропашных культур и парования почвы усиливали минерализацию органического вещества и мобилизацию элементов питания в доступной для культурных растений форме. В необрабатываемой почве заповедника, а также в обрабатываемой только 2 раза за 15 лет (при залужении в августе 1972 г. и перезалужении в августе 1977 г.) почве под бессменной тимофеевкой (опыт 2) запасы питательных веществ в варианте без удобрений оставались низкими — на уровне неосушенной почвы. В торфяной почве под многолетними злаковыми травами минеральные удобрения при парном и тройном сочетаниях сильнее повышали урожай и слабее содержание подвижных форм элементов питания в почве. Под пропашными культурами удобрения при систематических обработках больше влияли на накопление в почве элементов питания, особенно подвижного фосфора и минерального азота, и слабее действовали на рост урожая.

Взаимодействие удобрений и характера использования почвы определяло содержание в ней прежде всего важнейшего элемента плодородия — нитратного азота. Нитратонакопление под всеми культурами

и черным паром существенно замедлялось при внесении фосфорно-калийных удобрений. Так, в опытах Ia, 1, 1б под многолетними злаковыми травами (timoфеевка луговая, овсяница тростниковая) в варианте 90P180K. в течение 1981—1986 гг. и в опыте 1 в 1987 г. под горохоовсяной смесью на фоне последствий этих удобрений нитратов в почве практически не обнаруживали ежегодно во все сроки определений (5 за май — сентябрь), в то же время их регулярно находили в варианте 180N90P180K. и в отдельные сроки в варианте без удобрений (табл. 2). С увеличением норм РК содержание нитратов в почве под timoфеевкой луговой снижалось при всех изучаемых в опыте нормах азота (табл. 1, 3).

Повышение норм азотных удобрений приводило к росту содержания нитратного азота, а концентрация аммонийного азота изменялась слабо при увеличении норм как азотных, так и фосфорно-калийных удобрений. Аналогичную особенность в изменении минеральных форм азота в торфяных почвах под действием удобрений отмечают и другие авторы [6, 9].

В исследуемой почве под timoфеевкой луговой происходило накопление подвижных форм фосфора и калия при увеличении норм удобрений. Особенно сильно возрастало количество водорастворимого калия в вариантах 120N120P300K, а подвижного калия оказалось больше в варианте 150K, хотя его подвижность (доля водорастворимого калия в подвижном) была здесь ниже. Это указывает на более быстрое заполнение всех имеющихся (вакантных) мест в поглощающем комплексе при ежегодном применении 120N120P300K и переходе большего, чем в варианте 150K, количества ионов калия в почвенный раствор.

Ежегодное в течение 15 лет применение 120P180K и 60N120P180K привело к избыточному (выше оптимального уровня, т. е. для пропашных культур на торфяных почвах не более 100 мг на 100 г) накоплению подвижного фосфора в низинной торфяной почве под бессменными пропашными культурами. Снижение нормы фосфорных удобрений до 60P с 1979 г. уменьшило его содержание в 1,25 раза в варианте РК и в 1,36 раза в вариантах NPK. Изменения урожая картофеля, кормовой свеклы и кукурузы были при этом, как правило, незначительные (табл. 3, 4).

Подвижного калия в почве под пропашными и паром найдено меньше, чем фосфора, несмотря на более высокую (в 1,5—3 раза) норму калийных удобрений, что объясняется, с одной стороны, большим потреблением калия этими растениями, а с другой — закреплением фосфора удобрениями в том горизонте, куда их вносили, и возможным передвижением калия из указанного горизонта (прежде всего в парующей почве). Более высокую подвижность калия в торфяных почвах, особенно при повышенной влажности, и его меньшее по сравнению с фосфором накопление в них отмечают многие исследователи [4, 5, 13].

Степень подвижности фосфатов, способность фосфат-ионов переходить в раствор [1], определяемая количеством фосфора в солевой вытяжке (доступный фосфор), была выше в почве под timoфеевкой луговой, в то время как под кукурузой и паром — выше подвижность калия (табл. 1). В других опытах под многолетними травами запасы подвижного калия были существенно больше, чем фосфора, однако подвижность последнего так же, как и в опыте 2 под timoфеевкой, заметно выше (табл. 2).

Плодородие торфяной почвы при одинаковой интенсивности осушения определялось в основном продолжительностью и характером ее использования, видом культур и системой их удобрения. Однако при осушении низинной торфяной почвы в течение 15 лет без последующей обработки и применения удобрения содержание минерального азота и подвижного калия оставалось практически на уровне, наблюдаемом в почве целинного неосушенного болота. Количество подвижного фосфора под действием осушения возросло в 3 раза, но, как и до осушения оставалось низким, а калия — очень низким.

Таблица 4

Урожай (ц/га, в числителе) и продуктивность (ц корм. ед., в знаменателе)  
пропашных культур в первые 15 лет использования низинной торфяной почвы

Вариант опытов	Картофель (клубни)		Кормовая свекла, 1979	Картофель (клубни)			В среднем по картофелю	Кукуруза (зеленая масса)			В среднем по кукурузе
	1973—1975	1976—1978		1980—1982	1983	1984		1985	1986	1987	
Без удобрений	139,8	108,8	$\frac{25,4}{3,8}$	87,5	81,6	85,4	$\frac{106,9}{33,1}$	349,7	544,5	74,1	$\frac{322,8}{71,0}$
60N	163,8	115,3	$\frac{79,3}{11,9}$	104,9	—	—	$\frac{123,5}{38,3}$	—	—	—	—
120P	142,6	99,9	—	—	—	—	$\frac{125,5}{38,9}$	—	—	—	—
180K	218,3	148,4	—	—	—	—	$\frac{190,4}{59,0}$	—	—	—	—
60N120P	158,7	116,7	—	—	—	—	$\frac{137,7}{42,7}$	—	—	—	—
60N180K	278,9	135,2	—	—	186,0	171,4	$\frac{197,6}{61,3}$	628,5	836,3	253,5	$\frac{572,8}{126,0}$
60P180K	—	—	$\frac{130,7}{19,6}$	221,8	174,5	180,2	$\frac{204,0}{63,2}$	688,2	720,0	377,1	$\frac{595,1}{130,9}$
120P180K	134,4	143,0	$\frac{115,7}{17,4}$	200,9	177,6	176,7	$\frac{189,9}{58,9}$	675,4	745,0	442,5	$\frac{621,0}{136,6}$
60N60P180K	—	—	$\frac{157,0}{23,6}$	252,6	198,1	181,1	$\frac{227,4}{70,5}$	729,9	821,0	566,5	$\frac{705,8}{155,3}$
60N120P180K	295,6	176,3	$\frac{181,9}{27,3}$	226,1	195,4	187,2	$\frac{225,1}{69,8}$	779,2	948,5	623,1	$\frac{783,6}{172,4}$
НСР <sub>05</sub> , ц/га								38,57 52,15 29,23			

Примечание. Коэффициенты перевода в кормовые единицы для картофеля — 0,31, корнеплодов — 0,15, кукурузы — 0,22.

Небольшие валовые запасы калия и более высокие фосфора [11], а также разная природа связи этих элементов и степень закрепления в твердой фазе торфяных почв [5] определяют разную динамику содержания их подвижных форм в целинной осушаемой почве заповедника. Содержание подвижного фосфора сильнее повышалось на 6—10-й годы осушения, а затем мало изменялось до конца опыта (табл. 3). Содержание подвижного калия в последние 5 лет по сравнению с его уровнем в первые 10 лет осушения понизилось. В первые 5 лет осушения наблюдалось резкое уменьшение по сравнению с исходным уровнем содержания нитратов и сильное увеличение — аммония. Урожай сена и зеленой массы болотного разнотравья в среднем за 15 лет осушения в заповеднике составил соответственно 26,2 и 87,5 ц/га против 27,4 и 82,7 ц/га до осушения (1971—1972 гг.). Таким образом, одно осушение торфяной почвы не приводило к существенному повышению ее эффективного плодородия.

Под многолетними злаковыми травами плодородие исследуемой почвы изменялось слабее и медленнее, чем под пропашными культурами и черным паром. Минеральные удобрения ускоряли окультуривание торфяной почвы, особенно при сочетании с систематическими (ежегодными) обработками, и повышали урожай всех культур. Действие удобрений на плодородие почвы и продуктивность культурных растений зависело от их видов, норм (на травах и доз), сочетаний и периодичности внесения.

Так, при ежегодном в течение 10 лет (1978—1987 гг.) применении 120N120P300K содержание подвижного калия повышалось до верхнего предела оптимума (для многолетних трав на торфяных почвах) уже



в первые 5 лет, а подвижного фосфора — только на 6—10-й годы (табл. 3). Применение 60N60P150K не приводило к накоплению подвижных фосфора и калия в почве под тимофеевкой луговой: на 6—15-й годы их количество оставалось на уровне 1—5-го годов. В вариантах 90N90P180K шло накопление подвижного фосфора, а запасы подвижных форм калия и на этом фоне почти не изменялись. Все указанные выше нормы РК-удобрений в составе NPK обеспечивали ежегодно высокие урожаи многолетних трав и сохраняли на одном уровне (или даже повышали) содержание подвижного фосфора и калия в почве.

В зависимости от норм РК-удобрений сильнее изменялось содержание водорастворимого калия: при внесении 60N60P150K на 6—10-й годы оно уменьшилось по сравнению с 1—5-м годами почти в 2 раза, а при удвоении этой нормы — повысилось в 1,5 раза. В вариантах 150K и 90N150K подвижные формы калия в почве под тимофеевкой накапливались интенсивнее, чем в варианте 60P150K, несмотря на примерно одинаковые урожаи тимофеевки в двух последних вариантах.

Использование низинной торфяной почвы под тимофеевкой луговой в течение 15 лет без применения фосфорных удобрений (варианты без удобрений и 150K) не изменило содержания подвижного фосфора по сравнению с его исходным уровнем. Как и в почве целинного неосушенного болота, оно оставалось очень низким (табл. 1, 3). Содержание подвижного калия в бескалийных вариантах (без удобрений и 60P) под тимофеевкой за 15 лет повысилось в 1,8—1,9 раза, но было также низким.

Под пропашными культурами количество подвижного калия в почве в варианте без удобрений с годами последовательно снижалось. К концу 15-летнего периода оно сравнялось с соответствующим показателем в почве неосушенного болота (1971 г.) и оказалось более низким, чем в осушаемой почве заповедника. Под действием обработок интенсивнее накапливался подвижный фосфор: в варианте без удобрений — на 6—10-й годы бессменных пропашных и пара, в вариантах с удобрениями — на 11—15-й годы.

Внесение фосфорных удобрений в норме 120P приводило к избыточному накоплению подвижного фосфора в почве под пропашными культурами и паром (варианты РК и NPK) и в меньшей степени увеличивало его содержание под многолетними травами (варианты NPK). В вариантах 150K (опыт 2) и 90P180K (опыты 1а, 1, 1б) в посевах трав отмечено накопление подвижного калия, особенно на 11—15-й годы. При доведении нормы калия в составе NPK до 300K не наблюдалось такого же роста содержания подвижного калия в торфяной почве, что обусловлено ежегодно высокими урожаями многолетних трав в вариантах с полным удобрением и очень низкими урожаями их на фоне пара и особенно одностороннего применения удобрений (табл. 3, 5).

При переходе от вариантов 60P и 150K к вариантам 60P150K и N+60P150K содержание подвижного фосфора и калия в почве (почти ежегодно в течение 15 лет) последовательно снижалось, а урожай тимофеевки луговой (опыт 2) последовательно повышался. В опытах 1а, 1, 1б под многолетними травами при переходе от варианта 90P180K к варианту 180N90P180K содержание подвижных форм калия сильно снижалось, а урожай трав сильно повышался. Содержание подвижного фосфора при этом почти не изменялось. В первые годы опыта (1973—1975 гг.) обратная зависимость между содержанием подвижных форм фосфора и калия в почве и урожаем установлена также в опыте с картофелем.

Среди безазотных вариантов самым низким содержанием нитратов под всеми культурами и в пару почти постоянно отличались варианты РК. В почве под тимофеевкой луговой при переходе от вариантов N+60P150K к вариантам с удвоенными нормами этих же элементов содержание нитратов снижалось, причем более значительно, в последние 5 лет. Высокие нормы азотных удобрений (135N и 180N) суще-

Эффективность минеральных удобрений на многолетних злаковых травах в первые 15 лет использования торфяной почвы (в среднем по всем опытам)

Вариант опытов	Урожай сена, ц/га	Сбор корм. ед., ц/га	Сено на 1 кг азота, кг	Вариант опытов	Урожай сена, ц/га	Сбор корм. ед., ц/га	Сено на 1 кг азота, кг
Без удобрений	14,3	6,6	—	Фон 2+270N	114,8	52,8	19
60P	24,3	11,2	—	» +315N	114,5	52,7	16
150 K	30,3	13,9	—	» +360N	114,2	52,6	14
90N150K	56,7	29,3	—	» +405N	94,4	43,5	8
60P150K — фон 1	64,3	29,6	—	» +450N	90,8	41,8	6-
Фон 1+45N	79,1	36,4	33	120P300K — фон 3	66,8	30,7	—
» +90N	101,8	46,8	42	Фон 3+90N	115,7	53,2	54
» +135N	104,6	48,1	30	» +135N	121,2	55,7	40-
» +180N	112,8	51,9	27	» +180N	117,9	54,3	28
» +225N	110,4	50,8	20	» +225N	125,1	57,5	24
» +270N	111,0	51,0	17	» +270N	121,8	55,9	20.
» +315N	111,1	51,1	15	» +315N	123,0	56,6	18-
» +360N	111,2	51,1	13	» +360N	120,2	55,3	15
90P180K — фон 2	63,3	29,1	—	» +405N	101,3	46,6	9 <sup>1</sup>
Фон 2+45N	88,2	40,6	55	» +450N	110,6	50,9	10
» +90N	102,9	47,3	44	» +500N	98,9	45,5	&
» +135N	109,0	50,2	34	Фон 1+45N+ +песок, 400 м <sup>3</sup> /га	81,2	37,4	38
» +180N	111,5	51,3	27				
» +225N	116,0	53,3	23	Фон 1+90M+ + песок, 400 м <sup>3</sup> /га	91,2	42,0	30
				Фон 1+135N+ + песок, 400 м <sup>3</sup> /га	96,4	44,3	24

Примечание. Коэффициент перевода сена многолетних трав в кормовые единицы равен 0,46.

ственно повышали содержание нитратного азота в почве под тимофеевской луговой на всех фонах РК, а при самых низких (45N) оно было даже меньше, чем в безазотных вариантах. Изменение содержания нитратов при внесении 90N определялось фоном РК и продолжительностью применения этой нормы. На ее фоне аккумуляция нитратов проходила медленнее, в отдельные годы их содержание даже снижалось.

Систематические обработки усиливали образование нитратного азота в почве под пропашными культурами и черным паром. Дернина многолетних трав замедляла минерализацию органического вещества и накопление нитратов. Многолетние травы компенсируют около половины затраченного на формирование урожая органического вещества, а пропашные — не более 20 % [13]. Травы сдерживают минерализационные процессы и способствуют экономному расходованию органического вещества торфа [7]. Они хорошо отзываются на азотные удобрения даже при больших запасах в торфяных почвах аммония, но при отсутствии в них нитратов [11, 12]. Под культурами сплошного сева, прежде всего под травами, минерализация азотсодержащих органических веществ из-за недостатка кислорода останавливается на первой стадии — образовании аммиачного азота. Поэтому устойчиво высокие урожаи многолетних злаковых трав получали во все годы только на фоне полного удобрения (табл. 5, 7).

Соотношение форм минерального азота в торфяных почвах определяется характером и продолжительностью их использования [5, 7, 9]. В почве под травами во всех вариантах опытов, в заповеднике и

в безазотных вариантах под пропашными культурами постоянно в течение 15 лет использования почвы, как и до осушения (1969—1972 гг.), в составе минерального азота преобладал аммоний. В почве под тимфеевкой луговой (в безазотных вариантах и варианте 45N60P150K. в опыте 2 и во всех вариантах опыта 3) содержание нитратного азота ежегодно (в среднем за вегетационный период) не превышало десятых долей миллиграмма на 100 г.

В вариантах NPK под пропашными культурами и РК под паром больше нитратов обнаружено только на 11 — 15-й годы, в вариантах без удобрений и NPK в пару — на 6—15-й годы, в вариантах 60N и 60N180K под картофелем — уже с первых лет освоения почвы (1973—1977 гг.). Максимум нитратов под пропашными и паром во всех вариантах отмечался первые 5 лет, минимум — на 11 — 15-й годы. Содержание аммония с годами последовательно уменьшалось под всеми культурами, паром и в целинной осушаемой почве заповедника (табл. 3).

Обобщение данных всех полевых и производственных опытов, проведенных в первые 15 лет (1972—1987 гг.) использования низинной и переходной торфяных почв, показало (табл. 5), что нормы азотных удобрений выше 180N не изменяли урожая многолетних трав на фоне 60P150K, а на фонах 90P180K и 120P300K несущественно повышали его (до нормы 225N) или даже сильно снижали (при нормах 405—450—500N). В среднем за эти годы наибольшие урожаи сена получены в вариантах 180N60P150K (112,8 ц/га), 225N90P180K (116,0) и 225N120P300K (125,1 ц/га). Однако с учетом окупаемости удобрений урожаем, опасности полегания трав оптимальными агрономически и экономически выгодными нормами удобрений можно считать 90—135—180N60—90P150—180K. В первые годы использования почвы и в молодых травостоях эффективнее более низкие нормы азотных удобрений (90—135N), в последующие годы — повышенные. Для поддержания содержания оптимального для трав уровня (60—80 мг/100 г) подвижных форм фосфора и калия в торфяной почве нормы РК целесообразно периодически повышать до 120P300K с обязательным распределением калийных удобрений по укосам.

Применение азотных удобрений на лугах считается экономически оправданным, если 1 кг внесенного азота оплачивается 10 кг сухой массы травы [10]. В этом случае оптимальными нормами азота для сенокосов и пастбищ на торфяных почвах признаются 100—150 кг/га. В наших опытах наивысшая оплата 1 кг азота удобрений урожаем злаковых трав в вариантах 60P150K и 120P300K отмечена при 90N (42 и 51 кг сена), а в вариантах с 90N180K — при 45N (55 кг). Затем с увеличением нормы азота его окупаемость почти последовательно снижалась на всех фонах РК (табл. 5). Экономически оправданная оплата азота удобрений урожаем сена в среднем по всем опытам за 15 лет исследований на всех трех изучаемых фонах РК сохранялась при повышении нормы азота до 360N. При более высоких его нормах (405—450N на фоне 90P180K и 405—500N на фоне 120P300K) окупаемость азотных удобрений оказалась ниже указанного уровня (10 кг сена). Пескование слабо повысило эффективность самых низких норм азотных удобрений (45N) и существенно снизило эффективность более высоких его норм (135N и особенно 90N).

Исследованиями установлена возможность получения на осушаемых торфяных почвах в условиях Смоленской области высоких урожаев зеленой массы кукурузы (800—950 ц/га) при большом (25 %) удельном весе в урожае початков молочно-восковой и восковой спелости. Урожаи были получены без применения органических удобрений, только за счет минеральных и высокого потенциального плодородия органической торфяной почвы. Кукуруза выделялась среди других пропашных культур (табл. 4), а также многолетних злаковых трав и ячменя своей продуктивностью (табл. 6). Самые высокие урожаи зеленой массы кукурузы ежегодно получали на фоне 60N60—120P180K. В благоприятные по гидротермическим условиям годы (1986) среди парных

Продуктивность культур на низинной торфяной почве (ц зерн. ед. с 1 га)

Вариант опытов	В среднем за 1973- 1975 гг.			Вариант опытов	В среднем за 1973 — 1987 гг.	
	ячмень (зерно)	картофель (клубни)	тимофеевка луговая (сено)		многолетние травы	пропашные культуры
Без удобрений	8,2	35,0	6,0	Без удобрений	7,2	30,9
45N (90N)	—	—	9,0	60N	—	29,2
60N	—	41,0	(14,0)	60P	12,2	—
60P	10,2	—	12,1	120P	—	31,4
90P	10,3	—	—	150K	13,6	—
120P	9,6	35,7	—	180K	—	47,6
90K	12,8	—	—	90N150K	28,4	—
120 K	13,5	—	—	60N180K	—	65,4
150K	—	—	8,9	60P150K — фон 1	32,1	—
180K	14,5	54,6	—	60P180K	—	65,0
45N60P	—	—	11,2	90P180K — фон 2	31,7	—
60N120P	—	39,7	—	120P180K	—	57,5*
45N150K	—	—	20,0	120P300K — фон 4	33,4	—
60N180K	—	69,8	—	60N60P180K	—	75,1
60P90K	13,9	—	—	60N120P180K	—	70,4*
60P120K	14,8	—	—	Фон 1+45N	40,3	—
60P150K — фон 1	—	—	30,5	» +90N	50,9	—
60P180K	15,8	—	—	» +135N	52,3	—
90P180K	14,3	—	—	» +180N	56,4	—
120P180K — фон 3	16,1	58,6	—	Фон 2+45N	44,2	—
Фон 3+30N	19,5	—	—	» +90N	51,5	—
» +60N	20,0	73,9	—	» +135N	54,5	—
Фон 1+45N	—	—	39,1	» +180N	55,8	—
» +90N	—	—	56,7	Фон 4+90N	57,8	—
» +135N	—	—	69,5	» +135N	60,6	—
» +180N	—	—	70,2	» +180N	59,1	—

Примечание. Коэффициент перевода в зерновые единицы для ячменя 1,0, для картофеля — 0,25, для тимофеевки — 0,50. \* Вт. ч. за 1979—1987 гг. 64,4 ц/га. \*\* В т. ч. за 1979—1987 гг. 77,9 ц/га.

сочетаний эффективнее оказались 60N180K, в неблагоприятные (1987) и менее благоприятные (1985) — 60P180K и 120P180K.

Многолетние травы по продуктивности незначительно уступали картофелю при пересчете урожая в зерновые единицы и сильнее при пересчете в кормовые единицы как в первые годы освоения почвы (табл. 6), так и в последующие годы ее использования (табл. 4, 5). На оптимальных фонах минерального питания сохранялись высокие урожаи тимофеевки луговой в течение 10 лет пользования без перезалужения (табл. 7), в то же время урожаи картофеля сильно варьировали по годам и снижались. В отличие от трав продуктивность пропашных культур в большой степени определялась погодными и гидротермическими условиями вегетационных периодов. При дефиците тепла и ранних заморозках (10 августа) в 1987 г. резко снизился урожай зеленой массы кукурузы, причем практически во всех вариантах не было початков даже в молочной спелости (в 1985 и 1986 гг. 16—25 % урожая приходилось на початки молочно-восковой спелости).

Многолетние злаковые травы меньше других культур страдают от неустойчивости теплового и водно-воздушного режимов торфяных почв, экономнее расходуют органическое вещество, благоприятнее влияют на физико-химические и агрохимические их свойства, обеспечивают высокую продуктивность и эффективное долголетие этих почв. Поэтому они обоснованно считаются наиболее перспективными культурами на осушаемых торфяных почвах.

Урожай сена (ц/га, в сумме по всем укосам) тимopheевки луговой 1—10-го годов использования на низинной торфяной почве, опыт 2

Вариант опытов	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	в среднем
Без удобрений	8,4	8,2	7,6	10,7	10,2	12,5	14,5	14,9	12,4	18,6	11,8
60P	21,5	37,2	29,3	23,7	21,8	21,1	23,0	28,8	13,3	27,2	24,7
150K	30,5	30,7	14,0	39,4	31,2	49,8	40,3	49,1	29,5	32,8	34,7
90N150K	53,8	—	—	68,1	74,8	70,8	82,4	50,4	37,1	33,1	58,8
60P150K — фон I	48,8	75,8	53,0	53,4	66,7	72,7	81,2	81,0	74,6	76,4	68,4
Фон 1+45N	59,2	80,6	77,2	73,5	82,8	81,8	90,3	96,7	79,3	—	80,2
» +90N	77,0	95,8	99,5	101,2	114,8	89,8	115,2	125,6	113,9	119,2	105,2
» +135N	88,9	109,0	101,7	101,5	114,9	91,5	116,3	131,4	110,4	121,7	108,7
» +180N	88,1	113,2	105,1	112,9	121,7	93,3	119,3	143,0	121,2	133,4	115,1
Фон 2+90N	79,8	97,2	101,8	100,7	113,2	96,6	116,2	118,9	109,2	127,9	106,2
» +135N	84,3	111,0	106,3	100,9	115,2	97,1	122,0	128,8	107,3	137,5	111,0
» +180N	85,0	114,3	110,6	124,9	120,6	98,8	126,4	141,7	111,6	129,7	116,4
Фон 4+90N	82,2	98,3	102,6	113,4	142,8	102,1	134,0	141,0	111,9	146,4	117,5
» +135N	83,0	108,1	108,6	110,9	145,3	113,6	135,7	145,7	116,7	139,9	120,8
» +180N	86,2	119,2	120,5	129,2	141,0	121,3	133,4	150,6	126,4	122,8	125,1
НСР <sub>05</sub>	3,73	3,03	2,61	3,09	6,98	9,07	7,65	10,55	8,28	9,67	

## Выводы

1. Плодородие исследуемой торфяной почвы изменялось по-разному в зависимости от способа и продолжительности использования. Характер использования (культуры, обработки, пескование, осушение) сильнее, чем удобрения, изменял такие агрохимические свойства почвы, как зольность, емкость поглощения, насыщенность основаниями, слабее воздействовал на уровень рН. Под многолетними злаковыми травами окультуривание почвы проходило медленнее, чем под пропашными культурами и черным паром.

2. Осушение не оказало существенного влияния на пищевой режим низинной торфяной почвы и продуктивность болотного разнотравья. Пескование резко (с 13 до 75 %) повышало зольность торфяной почвы, переводя ее в минеральную по свойствам верхнего (пескованного) слоя, сильно снижало влажность и емкость поглощения, слабо влияло на пищевой режим, рН и урожай тимopheевки луговой.

3. Систематические обработки почвы усиливали мобилизацию почвенного азота под пропашными культурами и черным паром и накопление подвижных форм фосфора и калия при внесении удобрений. Дернина многолетних трав затормаживала эти процессы, минерализация азотсодержащих органических веществ заканчивалась здесь на первой стадии — образовании аммония.

4. При нормах азотных удобрений 135N и 180N повышалось содержание нитратного азота в почве под травами на всех фонах РК и мало изменялось содержание аммония. Низкие нормы азота (особенно на фоне высоких норм РК) слабее влияли (в случае 90N) или даже снижали (в случае 45N) содержание нитратов в осушаемой торфяной почве под травами, применение фосфорно-калийных удобрений отрицательно сказывалось на накоплении нитратного азота под всеми культурами и образование его в почве под паром.

5. Максимум нитратов под пропашными культурами во всех вариантах отмечался в первые 5 лет использования почвы, минимум — на 11—15-й годы. Содержание аммония с годами последовательно уменьшалось под всеми культурами, паром и в целинной осушаемой почве заповедника. Соотношение форм минерального азота определялось характером и продолжительностью использования почвы: под травами ежегодно во всех вариантах преобладал аммоний (кроме вариантов 180N на фоне РК в 1987 г.), под пропашными и паром больше нитра-

тов в зависимости от вариантов наблюдалось в первые 5 лет, на 6—10-й или 11—15-й годы.

6. Применение в течение 15 лет 120P180K и 60N120P180K под пропашные культуры и пар приводило к избыточному (выше оптимального уровня) накоплению подвижного фосфора (реже — калия) в почве. Повышенные нормы удобрений при тройном сочетании, а также оптимальные нормы при парном и особенно одностороннем их применении в посевах трав также повышали содержание фосфора и калия под травами до уровней, превышающих оптимальный, и не давали заметных прибавок урожая к урожаям в вариантах с оптимальным фоном удобрений.

7. При переходе от вариантов P и K к вариантам PK и NPK содержание соответственно подвижных форм фосфора и калия последовательно снижалось (почти ежегодно в течение 15 лет), а урожай тимофеевки луговой в опыте 2 также последовательно и закономерно повышался. Обратная зависимость между урожаем и содержанием в почве подвижных форм калия четко проявлялась в других опытах с многолетними травами в 1981—1987 гг., а также в первые годы освоения почвы (1973—1975) в опыте с картофелем (по фосфору и калию).

8. Оптимальные нормы минеральных удобрений (90—135—180N60—90P150—180K) обеспечивали высокие урожаи многолетних злаковых трав (100—120 ц сена с 1 га в среднем за все годы по всем опытам, в отдельные годы до 140—150 ц/га) в первые 15 лет (1973—1987) использования низинной и переходной торфяных почв в условиях Смоленской области. Урожай зеленой массы кукурузы в благоприятные по погодным условиям годы на оптимальном фоне удобрений (60N120P180K) достигал 800—950 ц/га.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимические методы исследования почв. — М.: Наука, 1985. — 2. Белковский В. И., Зойкин В. И. Повышение плодородия и рациональное использование торфяных почв. — М.: Россельхозиздат, 1986. — 3. Вертоградская Я. А., Зверков Ю. В. Агромелиоративная характеристика осушенных торфяников Кировской лугоболотной станции. — В сб.: Почвенная фауна и биол. активность осушенных и рекультивируемых торфяников. — М.: Наука, 1980, с. 5—15. — 4. Вильгусевич И. П. Вымываемость калия из дерново-подзолистых и торфяно-болотных почв в условиях климата БССР. — Науч. тр. Ин-та соц. сельск. хоз-ва АН БССР, 1956, вып. 4, с. 143—179. — 5. Ефимов В. Н. Торфяные почвы и их плодородие. — М.: Агропромиздат, 1986. — 6. Жилина В. С., Барылева Н. Г., Кудрячева Л. А. Влияние минеральных удобрений на азотный режим торфяных почв. — Изв. АН БССР, сер. с.-х. наук, 1980, № 2, с. 25—30. — 7. Зайко С. М., Кудло Т. А., Ковалева Г. В. Динамика нитратного и аммиачного азота в торфяно-болотных почвах низинного типа. — Геология и география, 1980, № 2, с. 86—90. — 8. Колешко О. И., Иванов Н. П. Интенсивность микробиологических процессов в торфяно-болотной почве переходного типа под многолетними травами. — Докл. АН БССР, 1980, вып. 24, № 10, с. 937—940. — 9. Садовская Э. Н. Азотный режим перегнойно-торфяной почвы в связи с применением удобрений. — Сб. науч. тр. Центр, торфо-болот. опыт, ст., 1980, № 4, с. 155—163. — 10. Хвощева Б. Г. Эффективность азотных удобрений на сенокосах и пастбищах. — Сельск. хоз-во за рубежом, 1984, № 6, с. 16. — 11. Шаманаев В. А. Влияние минеральных удобрений на изменение плодородия низинной торфяной почвы в первые 10 лет ее использования. — Агрехимия, 1984, № 12, с. 66—76. — 12. Шаманаев В. А. Влияние минеральных удобрений на агрохимические свойства торфяной почвы, химический состав дренажной воды и урожай многолетних трав. — Агрехимия, 1986, № 8, с. 65—74. — 13. Шиповский А. К. Сельскохозяйственные культуры на низинных торфяниках. — Л.: Колос, 1979.

*Статья поступила 15 мая 1988 г.*

#### SUMMARY

It was found during 15 years of using dried peat soils in Smolensk region that crops, type of treatment, sanding, drying change ash content, adsorptive capacity, saturation with bases more than fertilizers do. Drying and sanding produced poor effect on nutritive soil regime and on perennial sown and swamp grasses.

Regular soil treatments intensified mobilization of soil nitrogen and accumulation of mobile forms of phosphorus (frequently up to excessive level) and potassium under row crops and fallow. Sod of perennial grasses made this process slower. However,

increased fertilizer rates under threefold combination (120N120P300K), as well as optimal rates under double and especially under one — sided application also resulted in excessive accumulation of phosphorus and potassium in the soil under grasses and produced lower effect on grass yield than optimal fertilizer rates (90—180N60—90P150—180K).