

К969911

ЛЕНИНГРАДСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

КОРНИЛОВА
Лидия Ивановна

**ФОСФАТНЫЙ РЕЖИМ
ВНОВЬ ОСВАИВАЕМЫХ
ТОРФЯНЫХ НИЗИННЫХ ПОЧВ
ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 06.01.04 — АГРОХИМИЯ

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

ЛЕНИНГРАД — ПУШКИН

1981

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В Проекте Постановления ЦК КПСС к XXVI съезду КПСС от 2 декабря 1980 года отмечено, что основной задачей в земледелии на 1981-1985 гг. и на период до 1990 года является всемерное повышение плодородия почвы и эффективности использования осушенных земель.

В мелиоративном фонде Северо-Западной зоны РСФСР значительное место занимают торфяные низинные почвы, обладающие высоким потенциальным плодородием. Актуальной задачей использования торфяных низинных почв является разработка приемов по повышению их производительности на основе научно обоснованной системы земледелия. В комплексе мероприятий, направленных на повышение естественного плодородия вновь осваиваемых торфяных низинных почв, ведущее место занимает минеральные удобрения и в частности фосфорные. Рациональное применение фосфорных удобрений должно базироваться на всестороннем изучении фосфатного режима этих почв и процессов его формирования. Исследования по фосфатному режиму торфяных низинных почв весьма актуальны также для познания генезиса этих почв и их сельскохозяйственной ценности.

Состояние изученности темы. К настоящему времени достаточно полно изучен фосфатный режим торфяных низинных почв Северо-Запада (В.Н.Переверзев, Н.С.Алексеева, В.А.Бухман, И.Н.Донских, В.Н.Ефимов, Т.К.Павлова), Белоруссии (Т.Н.Кулаковская, С.Н.Иванов, Н.Н.Семенов) и Украины (В.В.Фалаш, Р.С.Трускавецкий, С.Г.Вознюк, Д.Г.Коробченко).

В условиях Вологодской области этот вопрос изучен крайне недостаточно. В торфяных почвах данного региона, одного из крупнейших в Нечерноземной зоне, совершенно не исследованы формы аккумуляции почвенных фосфатов и трансформация их в процессе освоения. Отсутствуют данные по изучению процессов превращения фосфорных удобрений в осваиваемых торфяных низинных почвах.

Широкое вовлечение торфяных почв в с.-х. производство в условиях Вологодской области и недостаточная изученность вышеупомянутых вопросов и послужили выбором темы данной диссертационной работы.

Цель и задачи исследований. Целью настоящей работы явилось изучение основных закономерностей формирования фосфатного режима торфяных низинных почв Вологодской области, разработка системы удобрений под основные сельскохозяйственные культуры, возделываемые на этих почвах. Задачи исследований включали следующие вопросы:

1. Установить влияние окультуривания на состав и степень подвижности почвенных фосфатов.
2. Выявить влияние степени увлажнения на изменение содержания в почве валового фосфора и основных форм его аккумуляции.
3. Изучить действие минеральных удобрений на урожай возделываемых культур при освоении низинных торфяных почв.
4. Определить оптимальные нормы фосфорных удобрений для осваиваемых торфяных низинных почв.

Научная новизна и практическая ценность. В работе впервые для условий Вологодской области подробно изучен фосфатный режим низинных торфяных почв. Впервые для данного региона установлены количественные и качественные изменения в фосфатном фонде под влиянием минеральных удобрений и влагообеспеченности торфяных почв. Проведенные исследования показали, что окультуривание торфяных низинных почв приводит к значительному увеличению содержания валового фосфора и его подвижных форм. Преобладающей формой аккумуляции минеральных фосфатов в осваиваемых торфяных почвах являются фосфаты кальция и алюминия. Рыхлосвязанные фосфаты и фосфаты Fe обнаружены в незначительном количестве.

Для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур в первые годы освоения необходимо систематическое внесение фосфорных удобрений в дозах 150-180 кг P_2O_5 на гектар. По мере окультуривания торфяных почв и накопления подвижных фосфатов целесообразно снижение доз фосфорных удобрений на 30-60 килограммов действующего вещества.

Апробация работы. Результаты исследований были доложены и обсуждены:

- 1) На научной конференции "Проблемы охраны и рационального использования природных ресурсов на территории Северо-

Запада". Ленинград, 1973 г.

2) На научной конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов Вологодского молочного института. Вологда, 1974.

3) На второй научно-технической конференции "Мелиорация сельскохозяйственных и лесных угодий Северо-Запада РСФСР". Петрозаводск, 1977 г.

4) На научной конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов Ленинградского сельскохозяйственно-го института, Ленинград, 1980 г.

Результаты исследований по эффективности минеральных и в том числе фосфорных удобрений на торфяных низинных почвах вошли в составную часть рекомендаций "Эффективность удобрений в условиях Вологодской области", 1975 г.

Внедрение результатов работы. Основные положения работы внедрены в опытно-производственном хозяйстве Вологодской опытно-мелиоративной станции на площади 50 га.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов ко 2-й, 3-й и 4-й главам, общих выводов, предложений производству и библиографии (177 наименований, в том числе 18 иностранных). Содержание изложено на 177 страницах, включает 34 таблицы, 20 рисунков, 2 фотографии, 18 таблиц в приложении.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились на вновь осваиваемых низинных торфяных почвах Присухонской низины в период с 1970 по 1979 гг.

Исследуемые торфяные низинные почвы сложены нормально-зольными дречесными торфами со степенью разложения 35-40% и мощностью торфа 1,3-2,0 м. Почвы характеризуются слабнокислой реакцией среды, высокой насыщенностью обменными основаниями (80%), содержат 1,8-2,0% азота, 0,16-0,2% фосфора и 0,02-0,04% калия. Преобладающая часть зольности представлена солями кальция (до 50%). Обеспеченность почв подвижными формами элементов питания растений крайне низкая: 7-10,0 мг NO_3^- ; 4-15 мг P_2O_5 и 20-25 мг K_2O на 100 г почвы.

Исследования проводились методом сопряженного анализа фосфатного режима торфяных низинных почв различной продолжи-

тельности освоения и их целинных аналогов, постановки полевых, микрополевых, вегетационно-полевых и лизиметрических опытов.

Анализ почвенных образцов для характеристики объектов исследования проводили по общепринятым в почвоведении и агрохимии методам (Аринушкина, 1970; Александрова, Найденова, 1967). Определение подвижного фосфора проводилось в воздушно-сухих образцах торфа методом Кирсанова при соотношении почвы к раствору 1:50. Фракционный состав фосфатов определяли по Чангу и Джексон в модификации Аскинази, Гинзбург и Лебедевой, 1963.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Фосфатный режим осваиваемых торфяных низинных почв

В исследованиях по фосфатному режиму отражены следующие вопросы: содержание валового фосфора и форм его аккумуляции в целинных торфяных низинных почвах; трансформация валового фосфора и основных его форм в процессе освоения; изменение содержания валового фосфора и его основных форм в зависимости от условий увлажнения; динамика подвижных фосфатов в течение вегетации растений.

Целинные торфяные низинные почвы характеризовались невысоким содержанием валового фосфора (0,16-0,20%). Запасы валового фосфора в метровом слое в среднем составляют 3,5 т/га. Более 40% всех запасов его сосредоточено в верхнем 25-сантиметровом слое почвы.

В фосфатном фонде почвы преобладающая часть фосфора содержится в форме сложных, труднодоступных для растений, органических соединений. На долю органических фосфатов в исследуемых почвах приходится от 70 до 87% валового фосфора. Из них лишь 14% находится в подвижном состоянии (извлекаемые фторидной и щелочной вытяжками).

Минеральные фосфаты представлены в незначительном количестве. При этом рыхлосвязанные, наиболее усвояемые растениями, соединения фосфора не обнаружены. Фосфаты Са, являющиеся на этих почвах основным источником в снабжении растений фосфором, также присутствуют в небольшом количестве (8,5 мг/100 г почвы или 3% от валового). Отмечено невысокое содержание и

фосфатов полуторных окислов.

Осушение и последующее освоение торфяных почв сопровождается значительным изменением содержания валового фосфора и основных форм его аккумуляции (табл. I).

Таблица I

Изменение валового фосфора и основных форм его аккумуляции при освоении торфяных низинных почв

Варианты опыта	Фосфор, мг/100 г почвы		
	валовой	органический	минеральный
Не осушенный	185	161	24,0
Осушенный не освоенный	184	158	26,0
2 г. освоения	188	160	28,0
3 г. освоения	187	154	32,8
5 г. освоения	210	150	60,3

Содержание валового фосфора и его основных форм в результате одного осушения практически не изменилось. Отмечена лишь тенденция к увеличению минеральных фосфатов за счет трансформации фосфорорганических соединений торфа.

В результате пятилетнего освоения исследуемых почв при внесении сравнительно невысоких доз фосфорных удобрений валовое содержание фосфора увеличилось на 13% или на 25 мг/100 г почвы от исходного. Вследствие минерализации органического вещества торфа и связанного с ним фосфора, количество органических фосфатов за пять лет снизилось на 7%. Фракция же минеральных фосфатов за этот срок увеличилась более, чем в два раза.

Ярко выраженная трансформация фосфорных соединений в осваиваемых торфяных почвах обнаружена и в серии лизиметрических опытов (рис. I). За шесть лет, при отрегулированном водном режиме и систематическом внесении минеральных удобрений ($N_{90}P_{120}K_{120}$) содержание валового фосфора в полуметровом слое освоенных торфяных почв увеличилось почти в 1,5 раза.

Повышение запасов валового фосфора происходит в основном за счет фосфора удобрений и частично, в результате минерализации органических фосфорсодержащих соединений почвы

Наибольшее количество валового фосфора в осваиваемых торфяных низинных почвах во все годы исследований обнаружено 5

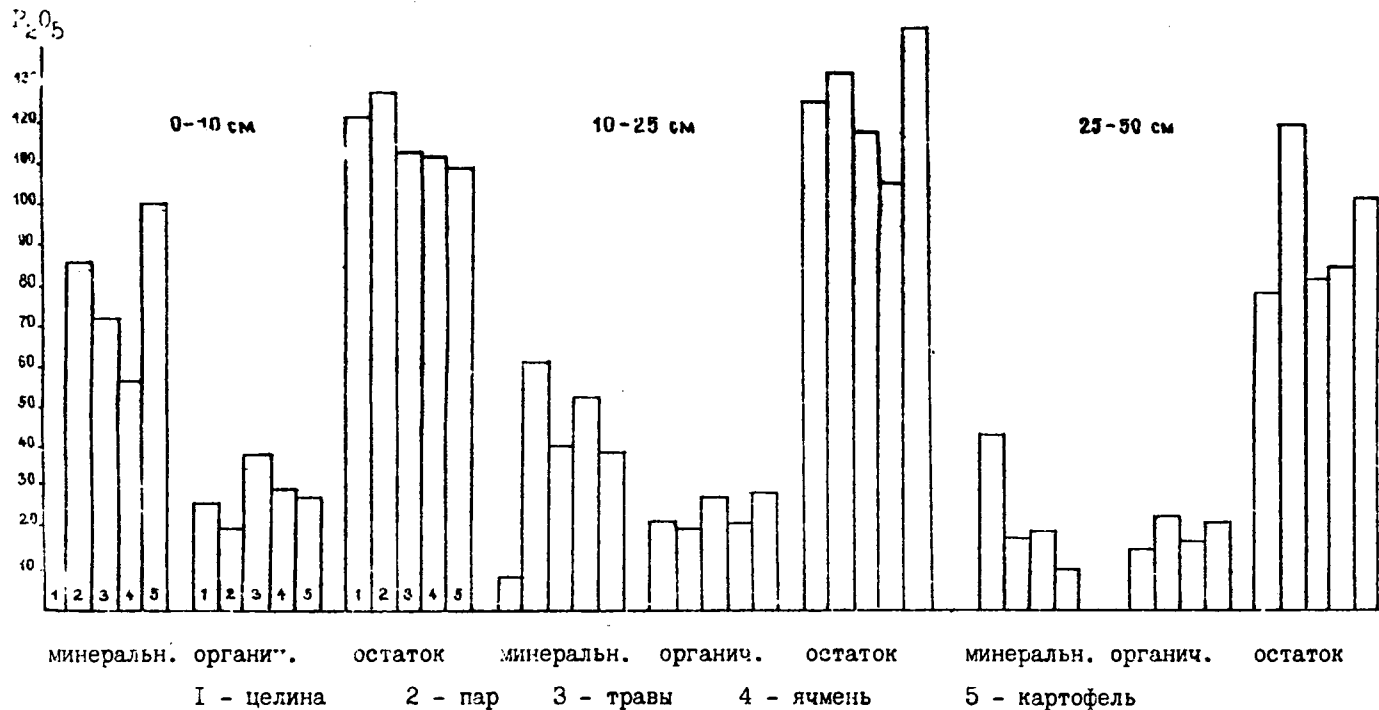


Рис. I Содержание минеральных и органических соединений
фосфора в осваиваемых торфяных почвах (мг/100 г почвы)

в пахотном слое. Это свидетельствует о том, что основная часть внесенного фосфора фиксируется в зоне его внесения. Отмечено некоторое увеличение содержания валового фосфора и в подпахотном слое за счет усиления здесь биохимических процессов в результате улучшения условий аэрации.

Осушение и последующее освоение торфяных низинных почв оказало положительное влияние как на общее содержание фосфатов, так и на их подвижность.

Так, за шесть лет количество подвижных фосфатов в корнеобитаемом слое возросло в 3 раза (с 33 до 95 мг P_2O_5 в 100 г почвы). Относительное содержание фосфатов остатка за этот срок уменьшилось в среднем на 20%. Уменьшение фосфатов остатка, состоящих главным образом, из сложных органических соединений, свидетельствует об участии минерализующегося органического вещества торфа в пополнении запасов доступного для растений фосфора и необоснованности утверждения о прочном закреплении вносимых фосфорных удобрений.

В рассматриваемых почвах основная часть вновь образованных фосфатов аккумулируется в форме соединений с кальцием, что обусловлено преобладанием кальция в составе золы торфа, а также внесением фосфорных удобрений в форме монофосфата Са. За шесть лет количество Са-Р возросло более, чем в 4 раза. Значительная часть прироста подвижных фосфатов в исследуемых почвах представлена фосфатами Al , на долю которых приходится около 40% от содержания всех минеральных фосфатов. Во всех случаях имеет место аккумуляция фосфора, хотя и в небольшом количестве, в форме рыхлосвязанных соединений. Содержание фосфатов Fe уменьшается.

Положительная роль окультуривания проявилась и в повышении фракции подвижных органических соединений, экстрагируемых 0,5 н NH_4F и 0,1 н $NaOH$. За шесть лет количество их в полуметровом слое увеличилось на 36%. Наибольший удельный вес в приросте подвижных органических соединений фосфора занимают Fe-Р. Содержание аллюмо-фосфатов оказалось более стабильным.

В накоплении почвенного фосфора существенную роль играет степень увлажнения почв. Под действием окультуривания содержание валового фосфора в полуметровом слое почвы

с влажностью 60% от ПВ в течение вегетации увеличилось с 0,13 до 0,19%, а его запасы возросли с 1350 до 1950 кг/га. В почвах с влажностью 80-90% от ПВ содержание валового фосфора за этот срок увеличилось незначительно (с 0,13 до 0,16%), а его запасы возросли всего лишь на 250 кг/га (табл.2).

Таблица 2

Фракционный состав фосфатов почвы в зависимости от интенсивности осушения (P_2O_5 мг/100 г почвы)

	Глубина, см	Валовой	Подвижные формы		Фосфаты остатка
			минер.	орган.	
1972 1972 целина	0-10	160,7	12,3	25,5	122,3
	10-25	153,3	7,0	20,7	125,3
	25-50	57,5	нет	нет	57,5
1979 Вл. 80-90% ПВ	0-10	188,1	71,8	29,8	86,5
	10-25	176,7	55,0	20,8	101,7
	25-50	94,5	21,5	11,9	61,1
1979 Вл. 60% ПВ	0-10	232,6	86,3	19,2	127,1
	10-25	215,2	62,0	19,0	181,0
	25-50	181,7	46,7	14,7	61,4

Наибольшее количество подвижных фосфатов также обнаружено в почвах с влажностью 60% от ПВ (678 кг/га против 558 кг/га в почвах с влажностью 80-90% от ПВ).

В содержании подвижных фосфатов, извлекаемых по Кирсанову, обнаружена четко выраженная динамичность, связанная с гидротермическими условиями вегетационного периода, внесением удобрений и интенсивностью потребления их возделываемыми культурами. В почвах контрольного варианта и варианта с внесением азотно-калийных удобрений запасы подвижного фосфора были низкими. Внесение фосфорных удобрений способствовало повышению содержания подвижных форм фосфора. В среднем за четыре года внесение удобрений обеспечило прирост подвижных фосфатов на 60% при статистической надежности 0,975. Изучение динамики подвижного фосфора позволило отметить значительную изменчивость его содержания на протяжении вегетационного периода, а также в различные по метеорологическим условиям годы. Содержание подвижных фосфатов повышалось в почвах в начале лета за счет внесенного фосфора с удобрениями и снижалось к осени в связи с поглощением сельскохозяйствен-

ными культурами и перехода в менее подвижные соединения. Отмечена сопряженность содержания подвижных фосфатов в торфяных низинных почвах с их влажностью. Коэффициент корреляции между этими показателями составляет 0,67.

Регрессионный анализ позволил установить линейную зависимость между содержанием подвижных фосфатов и влагообеспеченностью почвы, находящуюся в пределах от 30 до 70% от ПВ. Математически эта зависимость выражается формулой $y = 0,105x - 4,51$, где y - содержание P_{2O_5} в мг/100 г почвы; x - влажность почвы, выраженная в весовых процентах.

Различные виды сельскохозяйственных культур по разному влияли на содержание подвижных фосфатов в почве. В первые годы освоения с систематическим внесением удобрений под все культуры $N_{30}P_{60}K_{60}$, наибольшее количество подвижных фосфатов обнаружено под многолетними травами, затем под однолетними и картофелем. Причиной этому является то, что под травами почвы пополняются свежим энергетическим материалом за счет пожнивных и корневых остатков, а под пропашными происходит в основном отчуждение его в результате минерализации органического вещества торфа. Кроме того пропашными выносятся большее количество фосфора, чем многолетними травами. В дальнейшем по мере увеличения сроков использования торфяных почв под многолетние травы и пропашные культуры содержание почвенных фосфатов под травами снизилось, а под пропашными напротив, увеличилось вследствие резкого усиления процессов минерализации торфа.

Биологические особенности возделываемой культуры, величина и структура урожая определяют биологический вынос фосфора. Содержание фосфора в растениях на контрольных вариантах было невысоким и составило у однолетних культур 0,13%, у многолетних трав - 0,29% и у капусты - 0,32%. Внесение фосфорных удобрений привело к повышению содержания фосфора во всех культурах в 1,5-2 раза.

Коэффициент использования фосфора из удобрений, рассчитанный разностным методом, колебался в пределах 16-32%. Использование фосфора из почвы пахотного слоя составляет

7-15%.

Влияние минеральных удобрений на урожай сельскохозяйственных культур на осваиваемых торфяных почвах

В диссертации отражены вопросы по влиянию минеральных удобрений на урожай многолетних трав, овса (на зеленую массу), картофеля в условиях вегетационно-полевых опытов, а также на урожай картофеля и брассы в полевых опытах. Определены оптимальные нормы фосфорных удобрений (на фоне НК) как для вновь осваиваемых торфяных низинных почв с низкой обеспеченностью подвижными фосфатами, так и для средне окультуренных их аналогов с содержанием подвижных фосфатов в корнеобитаемом слое 30-44 мг в 100 г почвы. Выявлена экономическая эффективность минеральных удобрений и в том числе фосфорных.

На торфяных низинных почвах в первый год освоения наиболее резко была выражена потребность растений в фосфоре (табл. 3).

Таблица 3

Влияние минеральных удобрений на урожай сельскохозяйственных культур на вновь осваиваемой торфяной низинной почве, г/сосуд

Варианты	Многолетние травы (зеленая масса)			Овес (зеленая масса)			Картофель		
	1972	1973	1974	1972	1973	1974	1972	1973	1974
Контроль	30,2	41,4	66,4	48,6	76,7	81,2	232,5	228,0	193,0
MP	38,0	81,8	97,4	72,0	119,0	122,8	278,0	260,5	240,0
МК	30,7	64,9	90,5	57,9	101,7	100,1	256,0	250,5	247,0
PK	49,5	142,5	209,7	71,3	301,6	310,5	276,0	469,0	550,0
MPK	56,9	168,4	208,4	80,7	310,1	320,4	342,0	514,0	560,0
$\Sigma \bar{x} \%$	2,8	3,2	4,1	4,1	3,6	3,9	3,7	3,3	4,2
НСР _{0,05}	8,7	20,6	22,7	20,7	29,3	31,4	29,8	31,7	46,4

Влияние азотно-калийных удобрений проявилось в значительно меньшей степени, чем фосфорных. На второй год освоения действие минеральных удобрений было таким же, что и в первый год культуры. Исключение фосфорных удобрений сопровождалось снижением урожайности возделываемых культур. На третий год освоения торфяных низинных почв эффективность фосфорных 10

удобрений по прежнему была высокой. Наряду с этим отмечено увеличение действия калийных удобрений и снижение азотных. Во все годы наибольший прирост урожая возделываемых культур получен в вариантах НК. Это свидетельствует о том, что в первые годы освоения торфяных низинных почв в условиях Вологодской области необходимо внесение полного минерального удобрения. В среднем за три года внесение полного минерального удобрения обеспечило прирост урожая зеленой массы многолетних трав на 213%, овса (зеленой массы) - 243% и картофеля - 117%.

Результаты полевых опытов, проведенных в 1970-1974 гг., также свидетельствуют о высоком действии минеральных удобрений на урожай картофеля и брассики на торфяных низинных почвах (табл. 4). Действие вносимых удобрений по годам наблюдений было различным. В 1970 году (третий год освоения почв) урожай картофеля, как и в вегетационно-полевом опыте, формировался в основном за счет внесения фосфорных удобрений. Прибавка по всем вариантам с применением фосфора колебалась в пределах 29-53% к контролю. Блияние азотно-калийных удобрений оказалось малоэффективным. Прирост урожайности составил всего 6% или 10 ц/га по отношению к контролю.

На четвертый год освоения почв (1971 год) заметно возросло действие калийных удобрений. Так, если внесение НК обеспечило прибавку урожая картофеля на 8 ц, то НК-на 26 ц/га. Наибольший урожай картофеля получен в вариантах с полным минеральным удобрением. Прирост урожая составил в среднем 50%.

Данные по урожайности брассики в 1972-1973 гг. (пятый и шестой год освоения) подтвердили высокую значимость калийных удобрений в формировании урожая. Наибольшая прибавка брассики (корнеплодов и ботвы) получена в вариантах с внесением калийных удобрений. Исключение их приводило к снижению урожая как корнеплодов, так и ботвы брассики. Причиной повышения действия калийных удобрений в условиях 4-6 годов освоения торфяных низинных почв является резкое уменьшение почвенных запасов калия (с 162 кг/га до 68 кг/га). Отсюда следует, что природных запасов калия в торфяных низинных почвах хватает на средние урожаи сельскохозяйственных культур лишь в первые два-три года. В дальнейшем для получения высоких урожа-

ев необходимо внесение повышенных доз калийных удобрений.

Таблица 4

Урожайность картофеля и кормовой бровквы на осваиваемых торфяных низинных почвах (ц/га)

		Картофель		Бровквы(кор- неплоды)		Бровквы(дис- твья)	
		1970	1971	1972	1973	1972	1973
Контроль	Участок I	173	146	127	192	159	235
$N_{40}P_{60}$		214	154	150	194	167	234
$N_{40}K_{60}$		183	173	180	430	270	284
$P_{60}K_{60}$		254	185	184	365	265	306
$N_{40}P_{60}K_{60}$		266	200	210	363	295	310
$S\bar{x}$ %		3,9	4,8	5,6	5,1		
$HCP_{0,05}$		24,8	32,7	42,0	51,4		
Контроль	Участок 2	171	145	196	240	233	210
P_{60}		213	195	185	244	262	224
$P_{60}K_{60}$		226	216	243	409	341	262
$N_{40}P_{60}K_{60}$		243	228	249	432	346	274
$S\bar{x}$ %		6,0	4,1	5,8	5,6		
$HCP_{0,05}$		30,4	26,7	48,0	53,4		

Исследования по установлению оптимальных норм фосфорных удобрений показали тесную взаимосвязь между эффективностью фосфорных удобрений и почвенным плодородием.

Результаты вегетационно-полевых и микрополевых опытов сопряженно показали, что на вновь осваиваемых торфяных низинных почвах с низкой обеспеченностью подвижными фосфатами увеличение норм фосфорных удобрений сопровождалось значительным повышением урожайности возделываемых культур. В вегетационно-полевых опытах увеличение нормы суперфосфата в два-три раза обеспечило повышение урожайности сельскохозяйственных культур в среднем на 25-100% по отношению к одинарной норме (табл. 5). На почвах 5-го года освоения прибавки от внесения двойной и тройной нормы суперфосфата оказались не существенными.

Аналогичные результаты получены и в микрополевых опытах (табл. 6).

На вновь осваиваемой почве увеличение норм P_{2O_5} повысило урожайность ячменя от 75 до 217%, картофеля от 5 до 50% и го-
12

Таблица 5
Урожайность сельскохозяйственных культур на осваиваемых торфяных низинных почвах, г/сосуд

Варианты	Почва I-го года освоения			Почва 5-го года освоения		
	карто- фель	овес	многол. травы	карто- фель	овес	многол. травы
Контроль	155	49	30	294	67	60
NK - фон	160	60	33	340	84	78
Фон + P (0,5 г)	350	152	72	520	187	134
Фон + P (1,0 г)	440	180	105	545	195	153
Фон + P (1,5 г)	510	193	136	551	209	161
$\Sigma \bar{x} \%$	3,2	2,9	3,4	3,0	2,8	4,1
HCP _{0,05}	61,8	12,7	17,5	57,4	19,1	21,3

Таблица 6
Влияние норм фосфорных удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур, кг/м²

Варианты	Почва I-го года освоения			Почва 6-го года освоения		
	ячмень	горохо- овся- ная смесь	карто- овся- фель	ячмень	горохо- овся- ная смесь	карто- овся- фель
N ₄₀ K ₁₂₀ - фон	0,17	1,27	1,83	0,60	4,81	3,94
Фон + P ₆₀	0,29	1,76	1,93	0,61	4,85	4,00
Фон + P ₉₀	0,41	2,05	2,48	0,64	5,06	4,25
Фон + P ₁₂₀	0,51	2,37	2,60	0,68	5,50	4,25
Фон + P ₁₅₀	0,53	3,00	2,70	0,65	5,06	4,37
Фон + P ₁₈₀	0,52	3,31	2,80	0,68	4,93	4,00
Фон + P ₂₁₀	0,49	3,12	2,75	0,66	4,90	4,10
$\Sigma \bar{x} \%$	2,9	3,1	2,9	2,5	3,4	3,1
HCP _{0,05}	0,07	0,28	0,10	0,03	0,30	0,12

рохо-овсяной зеленой массы от 80 до 200%.

Оптимальными нормами фосфорных удобрений, обеспечивающие повышение плодородия почв и наиболее высокие урожаи сельскохозяйственных культур, на вновь осваиваемых торфяных почвах оказались 120-150 килограммов под зерновые и 150-180 килограммов P₂₀₅ на гектар под картофель и зерно-бобовые. Дальнейшее увеличение норм фосфорных удобрений не привело к дос-

товерному повышению урожайности.

На среднекультуренных торфяных низинных почвах урожайность возделываемых культур была значительно выше, чем на почвах I го года освоения.

В то же время разница в урожаях по вариантам на почвах 6-го года освоения оказалась незначительной. Прирост урожайности между вариантами колебался в пределах 10%. Оптимальными нормами фосфора на среднекультуренных торфяных почвах оказались 90-120 килограммов под зерновые и зернобобовые и 120-150 килограммов P_2O_5 под пропашные.

Расчеты экономической эффективности минеральных удобрений показали, что на вновь осваиваемых торфяных почвах наибольший доход с одного гектара получен при внесении фосфорных удобрений (до 420 руб.) при окупаемости I руб. затрат II,6 руб. На почвах 5-6 годов освоения наибольшую экономическую эффективность дает применение калийных удобрений.

В И В О Д Ы

I. Содержание валового фосфора в низинных торфяных почвах Вологодской области колеблется в пределах 0,16 до 0,22%. Основная часть его сосредоточена в верхнем наиболее биологически активном двадцатипяти-сантиметровом слое.

2. В составе фосфатов целинных торфяных почв преобладают органические его формы. Содержание фосфорорганических соединений в пахотном слое составляет более 70% от валового. Минеральные фосфаты представлены в незначительном количестве. Среди них доминируют фосфаты Ca (58% от суммы минеральных фосфатов), что предопределено преобладанием кальция в составе золы торфа. Содержание фосфатов Fe и Al составляет соответственно 23 и 19% от общего содержания минеральных фосфатов. Рыхлосвязанные фосфаты в исследуемых почвах не обнаружены.

3. Сельскохозяйственное использование торфяных низинных почв приводит к значительному накоплению почвенных фосфатов. Содержание валового фосфора в полуметровом слое за шесть лет увеличилось на 30-60%. Повышение фосфора происходит в основном за счет фосфора удобрений и, частично, в результате минерализации органического вещества торфа и освобожде-

ния связанного с ним фосфора.

4. Процесс освоения торфяных почв сопровождается повышением растворимости почвенных фосфатов, и следовательно усвояемости их растениями. За шесть лет количество извлекаемых фосфатов (по Чангу и Джексон) в пахотном слое увеличилось в среднем в 3 раза (95 мг/100 г против 33 мг/100 г почвы в целинных). Основное увеличение их произошло за счет повышения минеральных фосфатов и, в значительно меньшей степени, органических.

5. Накопление минеральных фосфатов происходит преимущественно в форме соединений с кальцием, что обусловлено как кальциевым составом золы торфа, так и внесением фосфорных удобрений в форме монофосфата кальция. Содержание фосфатов кальция в пахотном слое осваиваемых почв составило 30-45 мг в 100 г почвы против 8,5 мг в целинных. Значительная часть прироста минеральных соединений фосфора представлена фосфатами Al , количество которых возросло в 7-10 раз (с 1,5 до 20-25 мг/100 г почвы). Для осваиваемых почв характерна также аккумуляция (хотя и в небольшом количестве) фосфатов в форме рыхлосвязанных соединений.

6. Освоение торфяных низинных почв сопровождается значительным уплотнением почвы за счет усадки и минерализации органического вещества торфа. Вследствие уплотнения почвы возрастают запасы почвенных фосфатов. Наибольшие запасы валового фосфора обнаружены в почвах под многолетними травами (1,7 т/га в пахотном слое), а наименьшее - в почвах под ячменем, 1,3 т/га. В почвах под картофелем запасы фосфора в пахотном слое составили 1,6 т/га.

7. Интенсивность аккумуляции почвенных фосфатов в значительной мере определяются условиями увлажнения почвы. В почвах с оптимальной влажностью (60% от ПВ) содержание валового фосфора за шесть лет освоения возросло с 0,13 до 0,19%, а его запасы в полуметровом слое с 1350 до 1950 кг/га P_2O_5 . В почвах с избыточной влажностью (80-90% от ПВ) содержание валового фосфора за этот срок изменилось с 0,13 до 0,16%, а запасы увеличились всего лишь на 250 кг/га. Наибольшее количество подвижных фосфатов обнаружено также в почвах с оп-

тимальным режимом влажности (86-94 мг/100 г почвы против 65-87 мг на 100 г почвы в почвах с избыточной увлажненностью).

8. В содержании подвижных фосфатов (извлекаемых 0,2 н HCl) обнаружена четко выраженная динамика, связанная с погодными условиями и периодом вегетации растений. Максимальное содержание подвижного фосфора приурочено к началу, а минимальное - к концу вегетации растений. Обнаружена существенная сопряженность между содержанием в почве подвижных фосфатов и влагообеспеченностью почвы. Коэффициент корреляции равен 0,67.

9. Коэффициент использования фосфора из удобрений в зависимости от выращиваемой культуры колеблется от 16 до 32%. Использование фосфора из пахотного слоя почвы составляет 7-15%.

10. Внесение минеральных удобрений на вновь осваиваемых торфяных низинных почвах сопровождается существенным повышением урожайности сельскохозяйственных растений. При этом ведущая роль в формировании урожая возделываемых культур принадлежит фосфорным удобрениям. В среднем за три года прибавка урожая от внесения фосфорных удобрений в серии вегетационно-полевых опытов составила: картофеля - 91%, трав - 130%, овса (зеленой массы) - 170%.

В дальнейшем в связи с увеличением в почве содержания подвижных фосфатов эффективность фосфорных удобрений снижается. На почвах 4-6 лет освоения в связи с истощением почвенных запасов калия действие калийных удобрений проявляется сильнее, чем фосфорных.

11. На вновь осваиваемых, слабообеспеченных подвижными фосфатами, торфяных низинных почвах оптимальными ежегодными нормами фосфора являются P_{120} под ячмень и $\text{P}_{150-180}$ под картофель и однолетние. На среднеокультуренных торфяных почвах с содержанием в корнеобитаемом слое усвояемых фосфатов 150-240 кг/га нормы фосфорных удобрений можно уменьшать на 30-60 килограммов действующего вещества.

12. На вновь осваиваемых почвах фосфорные удобрения характеризуются высокой экономической эффективностью. Окупаемость 1 рубля, связанных с применением фосфорных удобрений, колеблется от 3,5 до 11,6 руб., а доход с 1 гектара от 130
16

до 420 руб. На среднекультурных торфяных почвах окупаемость затрат на внесение фосфорных удобрений значительно снижается. Наибольший доход с I гектара составил 110 руб. при окупаемости 4,3 руб.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. На вновь осваиваемых торфяных низинных почвах Вологодской области в период их первоначального окультуривания (3-5 лет) для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур необходимо применение полного минерального удобрения.

2. По мере освоения торфяных низинных почв (после 5-6 лет сельскохозяйственной культуры) и накопления в почве минеральных соединений азота целесообразно вносить только фосфорно-калийные удобрения.

3. На вновь осваиваемых торфяных низинных почвах (при наличии в пахотном слое подвижного фосфора менее 20 мг/100 г почвы) оптимальными ежегодными нормами фосфорных удобрений являются P_{120} под ячмень и $P_{150-180}$ под картофель и однолетние травы.

4. На среднекультуренных торфяных низинных почвах с содержанием в корнеобитаемом слое подвижных фосфатов 30-44 мг/100 г почвы оптимальными дозами фосфатных удобрений являются P_{60-90} под ячмень и P_{90-150} под картофель и однолетние травы.

По материалам диссертации опубликованы следующие работы:

1. Изменение содержания фосфора при освоении торфяно-болотных почв Вологодской опытно-мелиоративной станции. Научные труды агрономического факультета Вологодского молочного института "Пути повышения урожайности сельскохозяйственных культур, создание и использование долгодетних культурных пастбищ и сенокосов". Вып. 62, 1971 (в соавт. с Г.С.Калмыковым).

2. Влияние минеральных удобрений на урожай силосных культур на осушенных торфяниках. ЦНТИ. Информац. листок В 31-73. Вологда, 1973 (в соавт. с Шамановой Л.Н.).

3. Эффективность удобрений на осушенных торфяно-болотных почвах. В сб.: "Мелиорация земель в Вологодской области". Вологда, 1973 (в соавт. с Калмыковым Г.С., Кузнецовым В.Д., Пегановым П.С.).

4. Возделывание картофеля на мелиорируемых торфяно-болотных почвах. В сб.: "Мелиорация земель в Вологодской области". Вологда, 1973.

5. Особенности фосфатного питания и эффективность фосфорных удобрений на мелиорируемых торфяно-болотных почвах Вологодской области. В сб.: "Молодые специалисты - мелиоративному строительству". Ленинград, 1973.

6. Применение удобрений на мелиорируемых землях. В кн.: "Эффективность удобрений в условиях Вологодской области". Вологда, 1975 (в соавт. со Слесарчуком И.С.).

7. Условия эффективного применения минеральных удобрений на мелиорируемых низинных болотах Вологодской области. Тезисы докладов на научной конференции "Проблемы охраны и рационального использования природных ресурсов на территории Северо-Запада". Ленинград, 1976 (в соавт. с Калмыковым).

8. Эффективность фосфорных удобрений на мелиорируемых торфяно-болотных почвах Северо-Запада РСФСР. Почвоведение, 1977, 9 (в соавт. с Калмыковым Г.С., Галдиной С.А.).

9. Сельскохозяйственное освоение мелиорируемых торфяно-болотных почв Вологодской области. Тезисы докладов на II научно-технической конференции "Мелиорация сельскохозяйственных и лесных угодий Северо-Запада РСФСР". Петрозаводск, 1977.