

ЛЕНИНГРАДСКИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ

---

Э. А. ГОЛОВКО

**АКТИВИЗАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ В ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ  
КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА КАК ОСНОВА  
ПОВЫШЕНИЯ ИХ ПЛОДОРОДИЯ**

(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 532 — ПОЧВОВЕДЕНИЕ)

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

ЛЕНИНГРАД — ПУШКИН

1 9 8 9

Работа выполнена в Полярно-альпийском ботаническом саду Кольского филиала АН СССР в течение 1964-1967 г.г.

Диссертация изложена на 220 страницах машинописного текста с 55 таблицами и 2 рисунками. Список использованной литературы включает 217 отечественных и 14 иностранных источников.

Научные руководители: доктор сельскохозяйственных наук А.А.Немчинов, старший научный сотрудник, кандидат биологических наук М.Б.Ройзин.

Официальные оппоненты: доктор географических наук, профессор Б.В.Надеждин, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент В.Н.Ефимов.

Производственное заключение дает Северо-Западный научно-исследовательский институт сельского хозяйства.

Автор реферат разослан " " 1968 г.

Защита диссертации состоится " 28 *август* " 1969 г.  
на заседании Совета агрономического факультета ЛСХИ по адресу: г.Пушкин, Комсомольская ул., 14, ауд.225.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЛСХИ.

Ученый секретарь Совета

доцент

Л.А.Синякова

## В В Е Д Е Н И Е

Торфяные почвы Кольского полуострова достаточно полно изучены в отношении их генезиса, географического распространения, физических и химических свойств. Вопросы же биологической активности, состава населяющей эти почвы микрофлоры, превращения органических веществ и минеральных форм азота под влиянием сельскохозяйственного использования, обработки, внесения удобрений почти не затронуты исследованиями. Важность постановки таких исследований определяется, с одной стороны, значением этих почв в северном земледелии, а с другой стороны, — особенностями климатических условий их формирования и теми свойствами, которые отличают торфяные почвы Крайнего Севера от аналогичных почв, развитых в более южных подзонах тайги. Значение этих почв в земледелии Кольского полуострова и других северных районов велико, поскольку на них размещена большая часть пахотных угодий. Эти почвы являются также основным фондом для сельскохозяйственного освоения новых площадей.

Задачей наших исследований было изучение влияния окультуривания на биологическую активность торфяных почв /объем численности и групповой состав микрофлоры, активность почвенных ферментов, интенсивность продуцирования почвой углекислоты/, а также испытание мероприятий, направленных на повышение биологической активности окультуриваемых почв и улучшение их азотного режима, поскольку активизация в них биологических процессов должна являться основной задачей сельскохозяйственного освоения почв, способствующая более полно-

му использованию применяемых удобрений и мобилизации питательных веществ, в первую очередь - азота, самих почв.

## Г Л А В А I.

### ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

В этой главе рассматривается генезис и свойства торфяных почв Кольского полуострова. Отмечается преобладание почв переходных болот при меньшей распространенности почв низинных и верховых болот (Г.И.Ануфриев, 1933; М.В.Докукин, 1932; А.А.Немчинов, 1955; В.Н.Сукачев, 1926). Выделяют сфагновые, пушицево-сфагновые, осоково-сфагновые, травяно-древесные, травяные и другие торфы. Мощность торфяных отложений колеблется от 1 до 4 м, но чаще всего составляет около 1,5 м (Г.И.Ануфриев, 1933; О.А.Полищева, 1956).

Торфообразование рассматривается как биохимический процесс, осуществляемый почвенной микрофлорой при взаимодействии ее с растительным покровом (Н.М.Беликова, 1934; И.М.Курбатов, 1934). Торфяные почвы обладают высоким содержанием органического вещества, которое является хорошей средой для обитания микроорганизмов. Исследованиям по микрофлоре торфяных почв Европейской части СССР посвящено большое количество работ, на основании которых можно сделать вывод о высокой биогенности этих почв (Д.А.Бегак и Н.М.Беликова, 1934; Ф.П.Вавуло, 1960, 1966; Т.Г.Зименко, 1966; К.А.Козлов, 1960; И.С.Дупиневич, Т.Ф.Голуб, 1958; А.В.Рыбалкина и Е.В.Конюшенко, 1961).

Сведения о микрофлоре торфяных почв Кольского полуос-

трова очень бедны. Имеются отрывочные и противоречивые данные по микрофлоре торфяных почв в работах Г.К.Бургвиц /1930/, Р.А.Жуковой /1956/, Т.Б.Левинской и И.С.Мамичевой /1936/, что потребовало более детального изучения этого вопроса в наших исследованиях.

Влияние окультуривания торфяных почв на изменение их микробиологических свойств достаточно полно освещено в литературе. Однако в Мурманской области подобные исследования не проводились. Совсем не изучались и такие показатели биологической активности почв, как интенсивность выделения из почвы углекислоты и активность почвенных ферментов, которые в настоящее время получили широкое применение в исследованиях по биологической активности почв.

## ГЛАВА П. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Исследования проводились на болотных массивах экспериментального участка Кольского филиала АН СССР, Полярной опытной станции Всесоюзного института растениеводства /ПОСВИР/ и совхоза "Индустрия".

Болотный массив экспериментального пункта представляет собой небольшой слабо окультуренный торфяник, сложенный торфом переходного типа и засфагнивший с поверхности. Ботанический анализ торфа из пахотного слоя показал, что изучаемый торф состоит преимущественно из сфагнома с участием осок, пушицы, кустарников и гипновых мхов, со степенью разложения 20%. Содержание азота в торфе составляет 1.34 - 1.97%, углерода - 42.1%. Изучавшийся нижний горизонт этой

почвы (40-60 см) имел значительно большее содержание остатков травянистых растений, наряду со сфагновыми мхами и древесиной сосны при несколько более высокой степени разложённости. На этом участке был заложен полевой опыт и взята почва в верхнем и нижнем слоях торфяной залежи для постановки вегетационных опытов в 1965 и 1966 г.г.

Влияние освоения и длительного использования торфяных почв на изменение химических и биологических их свойств изучалось на целинном и окультуренном участках низинного болота ПОСВИР и переходного болота совхоза "Индустрия". Низинное болото ПОСВИР занимает террасу озера Имандра. Торфяная залежь подстилается валунным песком. Часть болота осушена сетью открытых канав в 1937 г., другая часть - в 1951 году. Почвы данного низинного болота сложены гипново-осоковыми и древесно-тростниковыми торфами со степенью разложения 30% и более.

Переходное болото совхоза "Индустрия" осушено в 1938 г. сетью открытых канав. Изучавшийся участок торфяной почвы имеет мощность торфа от 1 до 2 м, сложенного в основном остатками трав с участием сфагновых мхов со степенью разложения 25% и выше. Окультуренные участки низинного и переходного болота использовались под посевы многолетних трав.

Схемы проведения полевого и вегетационных опытов включали в себя применение по фону фосфорно-калийных удобрений и извести различных органических материалов и удобрений для активизации биологических процессов в почвах. Применялись различные растительные материалы (в том числе - сидераты), навоз, компосты. Положительное влияние всех этих

материалов проявлялось при условии достаточной обеспеченности их азотом, в связи с чем они выравнивались по содержанию азота (кроме навоза и компостов) путем добавок азота минеральных удобрений. Для сравнения вводился вариант с азотом без добавления органических веществ.

Изменения в почвенных процессах под влиянием вносимых материалов определялись по биодинамике почв, агрохимическим их свойствам и урожайности растений. Показателями биологической активности были: численность и активность микрофлоры, интенсивность продуцирования почвой углекислоты и ферментативная активность почв. Микробиологические исследования проводились методом посева почвенных разведений, взятых образцов на соответствующие плотные и жидкие питательные среды, с последующим учетом численности отдельных морфологических и физиологических групп микроорганизмов. Интенсивность выделения из почвы углекислоты определялась методом инкубирования навески почвы (5 г) в герметическом сосуде с раствором 0.1 в NaOH при температуре 27° в течение 24 часов (избыток щелочи оттитровывался соляной кислотой по фенол-фталину). Результаты выражались в мг CO<sub>2</sub> на 100 г абсолютно сухой почвы за сутки. Активность почвенных ферментов определялась по описанным в литературе методам Е.Гофмана, А.Ш.Галстяна, В.Ф.Купревича и Т.А.Шербаковой (с некоторым их приспособлением для анализа торфяных почв). Определение pH, гидролитической кислотности, сумми обменных оснований, аммиачного, нитратного и общего азота, воднорастворимого органического вещества проводились по

общепринятым методикам.

Урожайные данные, полученные в вегетационных и полевом опытах, подвергались статистической обработке. Методом дисперсионного анализа вычислялась наименьшая существенная разность /НСР/ средних урожаев по вариантам, при доверительной вероятности равной 0.95.

### ГЛАВА III. МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И ИЗМЕНЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОСВОЕННЫХ ПОЧВ.

Благоприятный водно-воздушный режим, создаваемый в торфяных почвах при их осушении и окультуривании, положительно влияет на развитие в них биологических процессов. Если в целинных почвах имеет место накопление органического вещества, то в освоенных почвах преобладают процессы его минерализации, которые приводят к изменению физических и химических свойств торфов. Как показывают приведенные данные /табл. I/ освоение торфяных почв привело к значительному изменению их свойств и прежде всего к накоплению запасов общего азота. Вместе с тем, при длительном использовании почв, слабо обеспеченных щелочно-земельными основаниями, повысилась кислотность торфов и снизилась насыщенность их основаниями в пределах корнеобитаемого слоя. Существенное влияние на повышение кислотности почв могло оказать систематическое применение физиологических кислых минеральных удобрений.

Окультуривание почв, сопровождающееся улучшением их водно-воздушного режима и усилением процессов минерализации

8.

ТАБЛИЦА I.

Изменение агрохимических свойств торфяных почв под влиянием окультуривания.

Торфяная почва	Глубина см	РН		Гидролитическая способность М-ЭКВ на 100 г почвы	Обменные основания		Насыщенность почв основаниями %	Запас азота в почве, кг/га
		водный	сольный		Кальций	Магний		
		Кислотный тип / ЮСБИР /						
Целинная	0-10	5,6	4,6	53,9	56,4	3,8	59,2	3388
	10-20	5,7	4,8	54,0	57,7	3,7	61,4	3044
	20-30	5,7	4,8	54,2	61,4	3,6	65,0	3470
Освоенная в 1951 г.	0-10	5,4	4,5	62,4	46,8	0,9	47,7	6013
	10-20	5,6	4,7	52,6	47,2	2,7	49,9	6283
	20-30	5,5	4,7	55,7	40,3	3,6	43,9	5864
Освоенная в 1967 г.	0-10	4,7	3,9	91,6	16,8	2,8	19,6	5814
	10-20	5,3	4,5	82,8	50,8	4,6	55,4	4452
	20-30	5,4	4,6	73,6	53,2	3,0	56,2	6320
		Переходный тип / совхоз "Индустрия" /						
Целинная	0-10	5,6	4,8	49,1	70,7	13,8	84,5	3624
	10-20	5,6	4,8	50,2	59,1	10,1	69,2	3618
	20-30	5,7	4,9	53,0	65,1	10,7	75,8	3465
Освоенная в 1958 г.	0-10	5,4	4,6	62,3	68,4	5,6	74,0	5443
	10-20	5,4	4,6	62,0	66,7	5,1	71,8	5842
	20-30	5,4	4,6	61,8	62,2	6,8	69,0	4487

органического вещества торфа, создает более благоприятные условия для жизнедеятельности микрофлоры /табл.2/. В окультуренных почвах содержание микроорганизмов значительно возросло по сравнению с целинными почвами. Это относится к бактериям, развивающимся на мясо-пептонном агаре /МПА/, к бактериям, учитываемым на крахмало-амиачном агаре /КАА/, бактериальным спорам и актиномицетам. Только число плесеней несколько снижается. В освоенных почвах отмечено резкое нарастание численности нитрифицирующих микроорганизмов. В целинной торфяной почве низинного типа содержится очень мало нитрификаторов, в окультуренных же почвах этого типа, особенно в верхнем слое, число нитрифицирующих бактерий сильно возрастает. Во всех почвах преобладали возбудители I-й фазы нитрификации, что говорит о заторможенности нитратонакопления в этих почвах. Определение содержания нитратного азота в образцах почв показало, что целинные почвы совершенно не содержат нитратов, а в окультуренных почвах количество их не превышает 2-3 мг на 100 г почвы.

В образцах окультуренных почв число целлюлозоразлагающих микроорганизмов было значительно больше, чем в образцах целинных почв. При этом преобладали целлюлозоразлагающие актиномицеты и бактерии. Это указывает на повышение интенсивности минерализации органического вещества торфа при окультуривании торфяных почв.

Торфяные почвы отличаются высокой активностью ферментов /табл.3/. В целинных и окультуренных почвах наибольшей ферментативной активностью обладал верхний /0-10 см/ слой почвы, богатый свежим органическим веществом, образу-

10.

Таблица 2.

Численность микроорганизмов в цедликах и окультуренных торфяных почвах / в тыс./г абсолютно сухой почвы / 1956 г.

Торфяная почва	Глубина см	Бактерий		Спори бактерий	Актино-мицеты	Плесени	Нитрифицирующие	Недислозо-разлагающие
		за МПА	на КАА					
Вязинный тип / ЮСВР /								
Цедлик	0-10	15950	8950	1.9	6	610	0.1	40
	10-20	4820	1504	1.2	0	125	0.1	3
	20-30	1810	1528	1.5	2	140	0	4
Освоенная в 1951г.	0-10	80000	11840	40.0	150	240	100	245
	10-20	6050	6150	40.0	250	120	10	350
	20-30	2700	5770	0	10	80	1.0	45
Освоенная в 1958г.	0-10	12700	8350	15.0	-	45	100	3150
	10-20	3100	11200	5.0	20	37	10	305
	20-30	1300	5650	2.0	40	14	1.0	225
Переходный тип / совхоз "Индустрия" /								
Цедлик	0-10	8475	6960	3.4	85	78	0	20
	10-20	1005	900	1.9	35	104	0	15
	20-30	950	400	0.4	50	6	0	0
Освоенная в 1938 г.	0-10	19800	11265	22.0	15	42	10	225
	10-20	5500	11130	13.0	190	76	10	85
	20-30	3000	9600	1.5	65	45	1	42

виды, а в результате разложения растительных остатков. В этом слое почвы зафиксировано и самое высокое содержание воднорастворимого органического вещества. С глубиной активности ферментов снижается. При этом активность уреазы, каталазы и протеазы в целинных почвах, по сравнению с окультуренными почвами, снижается более резко. Это указывает на изменение биологических свойств при длительном освоении торфяных почв и более глубоких их горизонтов.

Вместе с тем, сельскохозяйственное освоение торфяных почв вызвало снижение активности всех изучавшихся нами почвенных ферментов, причем, наиболее резко снижалась активность ферментов в верхнем слое почвы. Это связано с обеднением почвы подвижными формами органического вещества по мере ее сельскохозяйственного использования. Такой вывод подтверждается также данными по содержанию воднорастворимого гумуса в почвах /табл.3/, количество которого снижается в старопахотных почвах.

В 1967 г. проведено изучение динамики некоторых общих биологических свойств торфяной почвы ПОСВИР. Полученные данные /табл.4/ показывают повышение интенсивности биологических процессов в весенний и осенний периоды, связанные с большей обеспеченностью почв подвижными формами органического вещества, при снижении их активности в летний период. Активность почвенных ферментов также подвержена сезонным колебаниям.

ТАБЛИЦА 3.

Активность почвенных ферментов, интенсивность выделение из почвы углекислоты и содержание воднорастворимого органического вещества

Торфяная почва	Глубина см	Катализа мл 0,2 за 5 мин. на 1 г почвы	Инвертаза за мг инвертированного сахара на 100 г почвы	Уреазы, мг аммиачного азота на 100 г почвы	Протеаза, степень разложения желатина/мг/100г почвы	Интенсивность выделения CO <sub>2</sub>	Воднорастворимое органическое вещество мг С на 100г почвы
Целина	0-10	13.4	133	233	0.66	48	346
	10-20	5.3	123	106	0.61	88	157
	20-30	2.2	97	42	0.47	123	151
Освоенная в 1951 г.	0-10	9.4	123	169	0.61	198	212
	10-20	8.0	70	107	0.57	79	198
	20-30	3.0	55	59	0.49	88	166
Освоенная в 1937 г.	0-10	9.4	73	148	0.44	57	204
	10-20	6.8	15	76	0.47	57	176
	20-30	7.0	19	92	0.40	132	169
Переходный тип /освоение/ "Индустрия"							
Целина	0-10	16.4	137	304	0.70	154	372
	10-20	8.2	95	88	0.63	88	220
	20-30	5.2	99	28	0.44	88	139
Освоенная в 1988 г.	0-10	12.1	137	108	0.60	84	214
	10-20	10.6	107	84	0.56	86	213
	20-30	9.8	98	82	0.58	97	201

## ГЛАВА IV. ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ НА ОСНОВЕ АКТИВИЗАЦИИ В НИХ БИОЛО- ГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.

Осушение и последующее освоение торфяных почв создает, как уже отмечалось, более благоприятные условия для развития микрофлоры, что приводит к активизации процессов разложения органического вещества торфа и минерализации содержащихся в нем азотистых веществ. Однако даже в хорошо окультуренных торфяных почвах минеральные формы азота составляют лишь небольшую часть общего его содержания. Одной из причин низкой биологической активности торфяных почв в условиях Крайнего Севера, помимо неблагоприятных гидро-термических условий, может служить недостаток в них легко доступных для микроорганизмов форм органического углерода, а также недостаточная обеспеченность почв минеральным азотом.

В наших исследованиях /вегетационные опыты 1965-1967 гг./ изучался азотный режим и биологическая активность торфяной почвы переходного типа экспериментального пункта в зависимости от внесения азотных удобрений и органических веществ.

### а/ Вегетационный опыт 1965 г.

В диссертационной работе приводятся данные по динамике аммиачного и нитратного азота, балансу азота, а также динамике численности морфологических и физиологических групп микроорганизмов по вариантам опыта. В табл.5 помещены лишь средние данные этих показателей за вегетационный период. В опыте использовалась почва верхнего, пахотного слоя торфяной залежи /0-20 см/ и почва нижнего слоя /40-60 см/. Уста-

14.

ТАБЛИЦА 4.

Динамика интенсивности выделения из почвы углекислоты  
и содержания воднорастворимого органического вещества  
ЮЗБир. 1967 г.

Торфяная почва визинного типа	Глубина см	Интенсивность продуцирования CO <sub>2</sub> , мг CO <sub>2</sub> на 100 г почвы						Содержание воднораств. орг. в-ва, мг углерода на 100г														
		12.У1		17.УIII		7.УХ		15.Х1		12.У1		17.УII		15.УIII		7.УХ		15.Х1				
		0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
Целена	0-10	185	51	70	132	84	632	522	538	571	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360
	10-20	92	42	9	26	53	840	207	212	262	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184
	20-30	97	33	9	22	55	202	127	136	194	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116
Освоенная в 1951 г.	0-10	167	81	119	70	101	242	208	314	184	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228
	10-20	150	42	44	48	62	182	152	183	231	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112	112
	20-30	119	29	22	48	40	167	141	95	109	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
Освоенная в 1987 г.	0-10	132	73	44	48	79	180	191	191	198	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194
	10-20	119	90	66	62	40	191	210	190	150	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158
	20-30	114	90	35	48	44	218	214	152	143	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144

новлено, что в условиях вегетационного опыта нитрификация аммиачного азота, внесенного в почву, протекала довольно интенсивно, причем в почве верхнего слоя, по сравнению с нижним слоем, скорость нитрификации была выше, что связано с различиями в общей биологической активности и кислотности этих почв. При совместном внесении минерального азота и органических веществ накопление нитратного азота в связи с его иммобилизацией было менее интенсивным, чем в вариантах с одним азотом. В почве нижнего слоя динамика минерального азота была выражена более отчетливо, чем в верхнем слое. Однако, абсолютные величины содержания нитратов по одним и тем же вариантам были меньшими. Причиной этих различий является сравнительно низкая биологическая активность исходной почвы нижнего слоя и более высокая кислотность, сдерживавшая нитрификацию. Все внесенные вещества и удобрения заметно повысили урожай растений. Применение органических веществ без добавления минерального азота не было эффективным в связи с иммобилизацией азота интенсивно развивавшимися в этих вариантах микроорганизмами. Поэтому полное влияние органических веществ могло бы проявиться лишь при дополнительном учете их последствий, что и было изучено в вегетационных опытах 1966-67 годов.

#### д/ Вегетационные опыты 1966-1967 гг.

Опыты проводились по двум фонам и на протяжении двух вегетационных периодов в целях учета последствий внесенных веществ. Варианты опыта: бобовое сено 25 г сухой массы /С : N = 15,7%, злаковое сено 25 г /С : N = 32,8/, злако-16.

ТАБЛИЦА 5.

Биологическая активность почв и урожай растений в вегетационном опыте 1965 г.

Варианты опыта	Средние данные за вегет. период / паровые сосулы /				Урожай зеленой массы горохо-овсяной смеси	% к кон-тролю, фону			
	Дополнительный азот	Питательный азот	Бактерии на МПА	Споровые бактерии			Цитрий-цирурии, бактерии	Целлюлоза, распадаем. бактерии	Микроорган.
Контроль РК РК+известь/фону/	4.0	59.2	8250	2.3	158	100	179.1		
	3.4	48.2	12630	4.0	185	122	213.2		
	4.6	41.8	15900	7.3	235	120	214.8		
По фону: азот навоз сено	4.3	237.1	19630	9.5	271	108	231.5		
	3.7	54.9	11480	10	406	109	234.1		
	3.9	76.9	43510	48	396	111	238.0		
Сено+азот	4.5	138.1	39980	36	501	122	261.5		
Контроль РК РК+известь/фону/	27.2	9.8	813	0.8	18	100	105.7		
	22.1	9.7	1850	3.5	65	125	132.4		
	8.3	32.6	9800	6.8	101	230	242.2		
По фону: азот навоз сено	73.7	142.2	16625	6.5	158	188	291.4		
	11.7	40.1	24746	7.5	310	108	282.4		
	13.4	50.6	22553	10.3	205	92	223.0		
Сено+азот	18.6	31.5	27360	8.3	260	99	240.6		

ПРИМЕЧАНИЕ: Наибольшая существенная разность средних урожаев по вариантам при доверительной вероятности  $P=0.05$  для почвы верхнего слоя  $\chi^2=11.5$  г/сосуд, для почвы нижнего слоя  $\chi^2=40$  г/сосуд.

все семя + азотнокислый аммоний 0,44 г  $N$  и азотнокислый аммоний 0,765 г  $N$ . Внесенные вещества испытывались по двум фонов: по фону I - РК /по I г действующего начала на сосуд/ + известь /15 г  $CaCO_3$  на сосуд/ и по фону II - РК + известь + хемпост /25 г сухой массы на сосуд/. Динамика минеральных форм азота и биологическая активность почв /динамика численности группового состава микроорганизмов, активность почвенных ферментов - каталазы, уреазы и протеазы и интенсивность выделения из почвы  $CO_2$ / изучалась в почвах паровых сосудов. В табл. 6 приводятся средние показатели биологической активности почв за вегетационный период 1966 г. и урожай зеленой массы ячменя сорта "Полярный-14" за 1966 и 1967 гг.

Содержание аммиачного азота во все сроки определения и по всем вариантам опыта было невысокое, поскольку уже к первому сроку определения, т.е. за 21 день, почти весь внесенный аммиачный азот был нитрифицирован и частично иммобилизован. Динамика нитратного азота была отчетливой, с существенными различиями по содержанию нитратов в различных вариантах опыта. Наиболее высокое содержание нитратов зафиксировано по вариантам с минеральным азотом и органическим веществом, обеспеченным азотом. Эти показатели в вариантах с органическим веществом, имеющим даже высокое содержание азота, в связи с иммобилизацией азота микроорганизмами, были гораздо ниже, чем в вариантах с одним минеральным азотом.

Определение минеральных форм азота в почвах сосудов из-под растений /после уборки урожая/ показало, что растения

18.

ТАБЛИЦА 6.

Биологическая активность почвы и урожай растений в вегетационных опытах 1966-1967 гг.

Варианты опыта	Средние данные за вегет. период 1966 г.										Урожай зеленой массы ячменя		
	Кислотность почвы	Мг/100г почвы	Средняя температура почвы	Средняя влажность почвы	Средняя влажность воздуха	Средняя влажность почвы	Средняя влажность воздуха	Средняя влажность почвы	Средняя влажность воздуха	Средняя влажность почвы	Средняя влажность воздуха	1966 г.	1967 г.
РК+известь/фон I/До фону I: обоб-ное сено	2.8	18.7	14.5	51.3	8.1	0.81	0.69	52.0	100	90.6	100	90.6	100
Злаковое сено	3.0	67.8	143.0	88.6	9.9	3.76	0.72	116.9	225	130.7	225	130.7	144
Злаковое сено	3.7	8.0	137.1	98.3	11.4	4.53	0.72	12.8	25	128.9	25	128.9	142
Злаковое сено+азот	3.9	65.4	127.3	83.6	10.6	4.43	0.73	115.1	221	147.7	221	147.7	163
Азот	3.1	160.0	13.9	35.2	6.8	1.05	0.69	186.9	359	106.9	359	106.9	118
РК+известь+компост/фон II	2.7	16.1	12.7	76.2	7.3	1.01	0.70	55.0	100	83.4	100	83.4	100
До фону II: бобовое сено	3.1	70.4	137.3	82.6	10.0	3.71	0.75	149.3	276	134.1	276	134.1	161
Злаковое сено	3.5	13.5	137.5	96.5	8.3	3.55	0.75	22.3	25	171.7	25	171.7	171
Злаковое сено+азот	3.3	50.7	96.6	86.5	8.7	3.69	0.75	140.5	256	137.7	256	137.7	165
Азот	2.5	146.1	13.0	41.1	6.8	1.17	0.70	226.5	412	115.5	412	115.5	132

ПРИМЕЧАНИЕ: Наибольшая существенная разность средних урожаев по вариантам при  $P = 0.95$  в 1966 г.  $\chi = 14.5$  и в 1967 г.  $\chi = 16.9$  г/соту

полностью использовали образовавшийся нитратный азот, при содержании аммиачного азота не выше 2 мг на 100 г почвы.

Другие показатели биологической активности почв также сильно возрастали при внесении в почву органических веществ. В присутствии бобового и злакового сена интенсивно размножались бактерии, учитываемые на МПА, т.е. использующие преимущественно органические формы азота. В вариантах с сеном /злаковым и бобовым/ значительно возросло число нитрифицирующих и целлюлозоразлагающих микроорганизмов. Внесение компоста и азотнокислого аммония также стимулировало развитие этих групп микроорганизмов. Данные по численности указанных групп микрофлоры коррелируют с показателями динамики минерального азота. Таким образом, внесение в почву органических веществ вызвало возрастание численности всех групп микроорганизмов и усиление их активности, что способствовало улучшению азотного режима почвы.

Внесение негумифицированных органических веществ повысило активность всех определявшихся почвенных ферментов, что говорит о высокой интенсивности минерализации внесенных веществ. Это согласуется с данными определения продуцирования почвой  $\text{CO}_2$  /табл.6/.

Данные по урожаю зеленой массы ячменя /табл.6/, полученные в 1966 г. и 1967 г. показывают, что внесение органических веществ обеспеченных азотом, усиливая биологическую активность почвы и улучшая ее азотный режим, повышает урожай растений, выращиваемых в условиях вегетационного опыта. Внесение же органических веществ с низким содержанием

ем азота резко снижает урожай растений в первый год проведения опыта в связи с интенсивной иммобилизацией минерального азота, но в следующем году эффективность сена, бедного азотом, была не ниже, чем эффективность бобового сена.

#### в/ Полевой опыт

Изучение влияния органических веществ /навоза, сена, сидератов/ и минерального азота на азотный режим почв, состав микрофлоры, биологическую активность и урожай растений проведено и в полевых условиях. Полевой опыт был заложен на слабо окультуренной торфяной почве переходного типа, находящейся в районе экспериментального участка Кольского филиала АН СССР. Варианты опыта: 1/  $P_{90}K_{90}$  + известь /фон/; по фону: 2/ азотно-кислый аммоний - 90 кг  $N$ , 3/ сено злаковых трав 5 т/га сухой массы, 4/ сено 5 т/га + азотнокислый аммоний 90 кг  $N$ . 5/ навоз свежий 20 т/га, 6/ сидераты /горохо-овсяная смесь с содержанием 3,35%  $N$  / 40 ц/га сухой массы. В 1965 г. проведено первичное парование почвы: внесены удобрения и проведены обработки почвы. Горохо-овсяная смесь для сидератов выращена в 1965 г. и запахана в почву в сентябре того же года. Площадь каждой делянки - 49 м<sup>2</sup>, повторность - трехкратная. Наблюдения за азотным режимом и биологической активностью проводились на паровых площадках в 1965-1967 гг. Опытные культуры: горохо-овсяная смесь /1966 г/ и овес /1967 г/.

Динамика аммиачного и нитратного азота /табл.7/ в 1965 году проявлялась достаточно четко. Наибольшее количество

минерального азота обнаружено в первые сроки определены с последующим постепенным снижением его содержания, причем азотный режим складывался более благоприятно в почве вариантов с внесением азотнокислого аммония и органических материалов, обеспеченных азотом. В 1966 и 1967 гг. содержания аммиачного и нитратного азота имели более выровненные показатели по вариантам опыта.

Внесение в почву органических материалов /сена, навоза, сидератов/ и минерального азота повысило биогенность почвы, что выразилось в возрастании численности микроорганизмов /табл.8/. Динамика численности бактерий наиболее четко была выражена во второй вегетационный период. Максимальное число бактерий, учитываемых на МПА, было зафиксировано в июле, когда гидро-термические условия стимулировали повышение биогенности почвы. В сентябре, в связи с понижением температуры воздуха и почвы, численность бактерий по всем вариантам опыта сильно снижалась. В 1966 г. продолжалось стимулирующее действие внесенных веществ на численность микрофлоры, особенно бактерий, преимущественно использующих органический азот /учет на МПА/. В 1967 г. наибольшее развитие по всем вариантам опыта получили микроорганизмы, использующие азот минеральных соединений /учет на КАА/, поскольку азотный режим в этот период складывался более благоприятно.

В диссертационной работе показана динамика численности морфологических и физиологических групп микроорганизмов. При этом, прежде всего, следует отметить значительное возрастание численности нитрифицирующих и целлюлозоразлагающих микроорганизмов в вариантах с внесением органических

ТАБЛИЦА 7.

Динамика аммиачного и нитратного азота /мг/100г/  
в полевом опыте. /1965 г./

Варианты опыта	Аммиачный азот						Нитратный азот								
	15/УП	16/УП	30/УП	16/УП	15/УП	30/УП	16/УП	30/УП	16/УП	30/УП	16/УП	30/УП	16/УП	30/УП	5/УП
РК+известь/фон/ По фону: азот	7.5	4.1	2.1	2.0	2.3	21.0	31.0	8.7	3.9	6.2	8.4	8.0	6.5	8.0	
Сено + азот	9.7	4.0	2.8	3.2	2.2	61.8	75.6	10.5	11.7	6.5	9.2	9.2	8.4	16.6	
Навоз	11.6	6.8	2.4	4.4	2.7	23.6	33.6	12.9	16.8	14.2	16.6	9.0	9.7	9.0	
Сидераты	5.0	3.7	3.8	2.6	2.7	31.0	78.0	16.5	6.4	9.7	9.0	не опр.	9.7	не опр.	
	21.9	4.6	3.9	2.0	не опр.	47.8	27.6	6.3	8.1	9.7	не опр.				

ТАБЛИЦА 8.

Динамика численности бактерий /в млн. на 1 г  
абсолютно сухой почвы/ в полевом опыте.

Варианты опыта	Бактерии на МПА						Бактерии на КАА								
	1965 г.			1966 г.			1965 г.			1966 г.					
	15/УП	16/УП	30/УП	15/УП	16/УП	30/УП	15/УП	16/УП	30/УП	15/УП	16/УП	30/УП	15/УП	16/УП	30/УП
РК+из- весть/фон/ По фону:	4.6	5.0	6.4	11.0	6.5	27.2	4.0	4.4	8.3	7.2	5.6	17.8	15.2	8.0	
азот	6.7	11.9	7.1	11.5	6.2	34.0	4.8	4.9	9.5	11.8	6.2	15.9	19.6	6.0	
сено	13.0	7.9	7.8	14.7	16.5	49.2	6.2	3.9	8.9	11.2	8.1	16.8	18.5	8.5	
Сено+азот	15.2	14.2	14.2	16.3	23.6	63.1	6.2	4.4	7.1	10.4	4.4	14.2	18.9	6.8	
Навоз	7.1	17.0	5.8	14.0	11.9	39.0	2.4	4.4	9.8	9.6	8.7	15.9	17.0	5.9	
Сидераты	7.0	24.9	18.4	15.0	9.6	35.8	3.0	4.0	13.0	16.3	7.3	19.9	18.0	5.8	

веществ и минерального азота. Наиболее отчетливо это наблюдалось в 1965 и 1966 гг., т.е. в первые годы применения активизирующих веществ. В 1967 г. действие внесенных веществ продолжалось, но оно было менее существенным. Различные варианты опыта отличались не только по числу микроорганизмов, но и по видовому составу отдельных физиологических групп.

Наибольшая интенсивность продуцирования почвой углекислоты /табл.9/ наблюдалась в июле и совпадала по времени с максимумом числа микроорганизмов, учитываемых на МПА. Такая динамика "дыхания почвы" прослеживалась по всем вариантам, за исключением варианта с сидератами. Интенсивность "дыхания почвы" в этом варианте была наибольшей в начале вегетационного периода, Внесение органических материалов и минерального азота способствовало повышению интенсивности выделения из почвы углекислоты, также как и активности почвенных ферментов. Наиболее отчетливые данные получены по уреазной активности, которые коррелируют с другими показателями общей биологической активности почвы /численностью бактерий на МПА и интенсивностью выделения из почвы  $CO_2$ /.

Учет урожая зеленой массы горохо-овсяной смеси /1966г/ и зеленой массы овса /1967 г./ показал, что внесенные органические материалы - сено, сено с азотом, навоз, сидераты - усиливая биологическую активность торфяной почвы и улучшая ее азотный режим, повышают урожай растений на 10-45% в сравнении с фоном /табл.10/. Совместное внесение сена и минерального азота было наиболее эффективным и зна-

ТАБЛИЦА 9.

Динамика интенсивности выделения из почвы углекислоты и активность почвенных ферментов в полевом опыте /1966 г./

Варианты опыта	CO <sub>2</sub> , мг на 100 г. почвы за сутки				Среднее за вегетационный период		
	I.VI	25.VII	31.VIII	9.IX	Ката-лаза, мг О <sub>2</sub> за 52 мин. на 1г почвы	Протеаза, за, из-менение вязкости жели на 1 г в санти-паузах	Уреазы, мг аммиачного азота на 1 г почвы
PK+известь/фон/	51	246	141	136	13.0	0.76	2.8
По фону: азот	61	202	145	145	13.8	0.76	3.3
сено	110	211	145	167	13.6	0.75	3.0
Сено + азот	92	198	176	158	12.7	0.75	3.7
навоз	139	198	154	172	13.9	0.75	3.4
Сидераты	195	136	106	114	14.5	0.72	2.6

ТАБЛИЦА 10.

Урожай зеленой массы горохо-овсяной смеси и овса в полевом опыте.

Варианты опыта	1966 г.			1967 г.		
	урожай горохо-овсяной смеси ц/га	прибавка уро- жая к фону		урожай зеленой массы овса ц/га	Прибавка урожая к фону	
		ц/га	%		ц/га	%
PK+известь/фон/	247.0	-	-	123.4	-	-
По фону: азот	289.2	42.2	17.0	125.9	2.5	2.0
сено	281.1	34.1	14.0	124.7	1.3	1.0
Сено + азот	357.1	110.1	45.0	184.8	61.4	50.0
навоз	271.6	24.6	10.0	141.9	18.5	15.0
Сидераты	276.2	29.2	12.0	169.8	46.4	37.0

Наименьшая существенная разность средних урожаев

$\bar{Y} = 29.0$  ц/га

$\bar{Y} = 24.5$  ц/га

Ошибка опыта

3,5%

5%

чительно превышало действие одного азотнокислого аммония.

## ВЫВОДЫ:

1. Торфяные почвы, широко распространены в Мурманской области, благодаря высокому потенциальному плодородию представляют собой ценные фонды для сельскохозяйственного производства. Однако эффективное плодородие этих почв может проявиться в должной мере лишь при применении рациональных приемов освоения их и окультуривания.

2. При сравнительном изучении целинных и староосвоенных торфяных почв было выявлено, что при окультуривании почв происходит значительное возрастание их биологической активности. При этом в мелиорированных торфяных почвах создавались благоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов, наиболее требовательных к условиям аэрации, как например, нитрифицирующих и целлюлозоразлагающих бактерий.

3. Усиление биологических процессов при окультуривании торфяных почв приводит к повышению интенсивности минерализации в них подвижных форм органического вещества, главным образом в верхних горизонтах почв, и постепенному снижению их запасов, что подтверждается данными по содержанию в почвах воднорастворимых фракций органического вещества. Это приводит к постепенному снижению биологической активности, в частности, к снижению активности почвенных ферментов, отражающих особенности протекающих процессов.

4. В связи с этим для повышения плодородия торфяных почв необходимо не только применение минеральных удобрений,

но и обеспечение их подвижными формами органического вещества, что и было выявлено в проведенных нами вегетационных и полевом опытах.

5. Применение в вегетационных опытах по фону фосфорно-калийных удобрений различных форм негумифицированного органического вещества показало большее положительное их влияние на почвенные процессы и урожай. Однако это влияние могло проявиться только при достаточном содержании азота в этих материалах или при внесении его в почву в виде азотных удобрений.

6. Результаты проведенного полевого опыта подтвердили выводы, полученные на основании вегетационных опытов. Внесенные в почву органические материалы /сено, навоз, сидераты/, усиливая ее биологическую активность и улучшая азотный режим, способствовали повышению урожая зеленой массы однолетних трав на второй и третий год после внесения этих материалов.

7. В проведенных опытах, также как и при сравнительном изучении целинных и освоенных торфяных почв была прослежена сезонная динамика почвенных процессов, показавшая возрастание их интенсивности в весенний и осенний периоды, отличающиеся большей обеспеченностью почв негумифицированным органическим веществом. В летний же период наблюдалось снижение активности процессов.

8. Установленное в опытах большое влияние органических материалов на повышение биологической активности и плодородия торфяных почв диктует необходимость проведения таких агротехнических мероприятий, к которым относится возделывание

вание многолетних трав, сидеральных культур и применение органических удобрений. В условиях Крайнего Севера проведение этих мероприятий по активизации биологических процессов в почвах имеет особенно важное значение.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих статьях:

1. Влияние внесения органических веществ на азотный режим, состав микрофлоры торфяной почвы и урожай растений. Агробиохимия, № 3, 1967 /совместно с В.Н.Переверзевым, Н.С.Алексеевой/.

2. Изменение активности некоторых ферментов в торфяных почвах под влиянием окультуривания.

Тезисы докладов симпозиума по ферментам почвы. АН БССР, Минск, 1967 /совместно с В.Н.Переверзевым/.

3. К вопросу о повышении биологической активности торфяно-болотных почв в условиях Крайнего Севера.

Материалы к конференции молодых специалистов ботанических садов СССР. Москва-Донецк, 1967 .

4. Влияние окультуривания на физико-химические свойства и биологическую активность торфяно-болотных почв.

Почвоведение, № 3, 1968 /совместно с В.Н.Переверзевым/.

5. Влияние окультуривания на динамику численности микрофлоры в торфяно-болотных почвах. Кольского полуострова. Первое региональное совещание почвоведов Северо- и средне-таёжной подзон Европейской части СССР. Тезисы докладов, Петрозаводск, 1968.