

**БИОЛОГИЯ ПОЧВ**

УДК 631.48

И. Н. ДОНСКИХ, А. И. ИВАНОВА

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ТОРФЯНЫХ ОСВОЕННЫХ  
ПОЧВ СЕВЕРО-ЗАПАДА РСФСР**

Биологическая активность освоённых торфяных низинных почв Северо-Запада РСФСР определяется степенью их увлажнения. В сильно осушенных почвах биологические процессы идут наиболее интенсивно. Они активно распространяются до глубины 80—90 см. Биологические процессы в почвах с оптимальным режимом влажности идут менее интенсивно и активно протекают только в слоях 0—50 и 0—60 см.

В естественных условиях в целинных торфяных почвах основная масса органического вещества торфа законсервирована. Микроорганизмы развиваются слабо, а биологические процессы идут крайне медленно. Осушение и сельскохозяйственное освоение торфяных почв приводит к улучшению физических и химических свойств, к активизации микробиологических процессов и в конечном итоге к улучшению минерализации органического вещества.

К настоящему времени подробно исследована биологическая активность торфяных осушенных и освоённых почв Белоруссии, Украины, Карелии, Крайнего Севера.

Установлено, что в условиях Белорусского Полесья освоение торфяных почв приводит к значительному уменьшению мощности торфяной залежи вследствие высоких темпов минерализации торфа [6]. В торфяных почвах Карелии биологические процессы заторможены, здесь преобладают процессы аммонификации над нитрификацией [4]. Еще в большей степени недостаток тепла сдерживает процесс минерализации торфа в почвах Крайнего Севера [25]. Слабая биологическая активность отмечается в пахотных перегнойно-торфяных почвах среднетаежной подзоны Коми АССР [26].

Процессы минерализации органического вещества торфяных почв Северо-Запада РСФСР исследованы крайне недостаточно. Между тем в этом регионе сосредоточены большие площади болотных торфяных почв, которые в широких масштабах подвергаются теперь осушению и сельскохозяйственному освоению. Выяснение особенностей формирования биологических процессов позволит прогнозировать скорость «сработки» торфяного горизонта, а также позволит более рационально использовать минеральные удобрения на торфяных почвах.

Биологическую активность почв определяют разными способами. Одни авторы оценивают скорость биологических процессов по общей численности, составу и активности микроорганизмов [13], другие [20] — по интенсивности выделения углекислоты из почвы. Ряд исследователей предлагают оценивать общую биологическую активность по количеству почвенных ферментов [1, 14, 15, 28]. Однако Галстян [9], Козлов и Ми-

хайлова [12], Непомилуев и Козырев [24] считают, что для суждения об общей биологической активности и плодородии почв необходимо пользоваться не отдельными, а сочетанием различных показателей.

Биологическую активность торфяных почв мы определяли по численности и составу микроорганизмов, по интенсивности разложения целлюлозы, по количеству выделяющегося из почв углекислого газа.

Объектами исследования были освоённые торфяные низинные почвы массива «Каськово», расположенного на территории колхоза «Октябрь» Куньинского р-на Псковской обл. Торфяное болото «Каськово» площадью 670 га было осушено в период с 1965 по 1967 г.

Для проведения наблюдений мы выбрали 4 участка, различающиеся по мощности торфа, способу осушения и степени увлажнения. На каждом из участков были выбраны типичные площадки наблюдения.

Площадка 5 расположена на торфяной низинной почве, осушенной открытой сетью глубоких каналов, врезанных в подстилающий слой сложенный крупнозернистым песком.

Мощность торфяного слоя составляет 1,5—2,2 м, глубина каналов 1,7—2,0 м. Ширина межканальной полосы составляет 500 м. Опытная площадка удалена на 250 м от осушительных каналов.

Площадка 10 характеризует торфяную низинную почву с мощной залежью торфа ( $h = 2,5$  м), осушенную гончарным дренажем. Глубина залегания дрен равна 1,2 м, расстояние между дренами 30 м. Площадка 12 выбрана на торфяной низинной почве, осушенной гончарным дренажем. Глубина залегания дрен 1,2 м, расстояние между дренами 30 м. Мощность торфяного слоя варьирует от 0,7 до 0,9 м.

Площадка 15 выбрана на торфяной низинной почве с мощностью торфяного слоя 2,5—3,0 м. Осушена сетью мелких открытых канав глубиной 0,8—0,9 м, расстояние между ними 50 м. Расположена площадка в центре междренной полосы.

Все исследованные почвы сложены в верхней части древесными и древесно-осоковыми, внизу — осоковыми, осоково-гипновыми и гипновыми видами торфов. Тип залежи лесотопяной. Степень разложения торфа верхних слоев колеблется в пределах 30—40%, мало изменяясь в глубь по профилю.

Торфяные низинные почвы характеризуются слабокислой реакцией среды. Они имеют гидролитическую кислотность, изменяющуюся в пределах 27—49,1 мг·экв/100 г почвы, при степени насыщенности основаниями 68,3—84,8% (табл. 1).

Содержание обменного кальция высокое (80—150 мг·экв/100 г). В почвах, осушенных глубокими каналами и мелкой сетью открытых канав, наблюдается отчетливая тенденция к накоплению Са в верхних слоях. Содержание обменного магния относительно низкое (9—35 мг·экв/100 г).

Данные зольности и состава золы (табл. 2) свидетельствуют о том, что торфяные почвы сложены нормально-зольными торфами. Основная часть золы представлена солями кальция, на долю которого приходится примерно 50% минеральной части почв. Высокое содержание кальция, очевидно, связано с карбонатными подстилающими песчаными породами и питанием болота в соответствии с этим жесткими водами. Содержание кремнезема колеблется в пределах 0,3—3,99%, особенно увеличиваясь в верхних слоях, очевидно, за счет приноса его с атмосферной пылью. Наиболее высокая аккумуляция железа приурочена к верхним пахотным слоям (1,22—2,93%). Содержание азота высокое (2,0—2,6%). Основная часть подвижных соединений фосфора и калия аккумулируется в верхнем 20—40-сантиметровом слое.

На участке, осушенном глубокими каналами (пл. 5), в 1973 г. был посеян овес, урожай зеленой массы составил 220 ц/га; в 1974 г. — озимая рожь, урожай зерна — 20,8 ц/га; в 1975 г. — овес, урожай зеленой

Таблица 1

## Агрохимическая характеристика торфяных низинных осушенных почв

Глубина, см	рН		Гидроли- тическая кислот- ность	Сумма обменных основа- ний	Са	Mg	Степень насыщен- ности основа- ния, %	Подвижные	
	соле- вой	водный						P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	мг-экв/100 г почвы						мг/100 г почвы		
Торфяная низинная мощная, осушенная глубокими каналами (пл. 5)									
0—20	5,0	5,6	44,6	150,6	138,9	11,7	77,1	29,7	65,5
20—40	5,0	5,7	49,1	160,7	149,5	11,2	76,6	26,3	45,5
40—60	5,1	5,9	42,4	157,3	139,1	18,2	78,8	15,4	24,5
60—80	5,1	6,1	42,4	130,4	120,3	10,1	75,5	12,0	20,8
80—100	5,3	6,0	40,2	129,1	108,6	20,5	76,3	11,5	20,8
100—120	5,3	6,0	42,4	105,7	80,2	25,5	71,4	8,0	20,6
120—140	5,2	5,5	40,2	98,2	62,5	35,7	71,0	4,0	16,0
140—160	5,2	5,9	44,6	96,3	80,9	15,4	68,3	2,0	15,3
Торфяная низинная мощная, осушенная гончарным дренажем (пл. 10)									
0—20	5,2	5,6	40,2	132,1	112,0	20,1	76,7	34,3	66,5
20—40	5,1	5,7	44,6	132,4	99,6	32,8	74,8	21,0	46,5
40—60	5,3	5,6	37,9	135,6	108,4	27,2	78,1	18,3	35,5
60—80	5,3	5,9	35,7	138,3	129,7	8,6	79,5	12,0	25,5
80—100	5,5	5,7	46,8	172,9	137,6	35,3	78,7	7,0	24,5
100—120	5,5	6,2	33,5	165,2	153,1	12,1	83,1	4,0	19,3
120—140	5,6	6,1	33,5	169,4	128,1	41,3	83,5	3,0	13,0
140—160	6,0	6,6	29,0	162,2	152,0	10,2	84,8	2,5	11,3
Торфяная низинная маломощная, осушенная гончарным дренажем (пл. 12)									
0—20	5,5	5,8	26,8	124,5	92,1	32,4	82,3	32,4	89,5
20—40	5,4	5,8	35,7	142,6	58,9	24,8	80,0	28,3	82,5
40—60	5,5	5,8	35,7	152,4	129,3	23,1	81,0	12,0	44,5
60—80	5,5	5,8	33,5	106,2	97,0	9,2	76,0	6,0	26,0
Торфяная низинная мощная, осушенная сетью мелких регулирующих канав (пл. 15)									
0—20	4,8	5,4	44,5	112,6	84,1	28,5	71,7	24,2	30,3
20—40	5,2	5,7	42,1	98,3	76,0	22,3	70,0	8,0	15,5
40—60	5,1	5,9	38,6	97,9	77,3	20,6	71,7	5,0	10,5
60—80	5,2	6,0	38,1	103,2	84,0	19,2	73,0	2,5	10,0

массы — 248 ц/га. Участок, осушенный мелкими канавами (пл. 15), в течение 3 лет наблюдений был занят многолетними травами. Урожай сена многолетних трав по годам изменялся незначительно — от 40,5 до 41,2 ц/га. На почвах, осушенных гончарным дренажем (площадки 10, 12), в 1973 г. выращивали озимую рожь, урожай зерна на площадке 10 составил 21,7 ц/га, на площадке 12—20,6 ц/га; в 1974 г. — овес на зеленый корм, урожай на обеих площадках был одинаковым — 246 ц/га; в 1975 г. урожай зерна озимой ржи на площадке 10 был равен 20,9 ц/га, на площадке 12—20,4 ц/га.

Весной перед посевом под дискование вносили суперфосфат простой гранулированный в дозе 3 ц/га и хлористый калий — 1,5—2 ц/га. Азотные удобрения не вносили. Почвы не известковали.

Исследуемые почвы, мало отличаясь по агрохимическим свойствам, характеризуются неодинаковой обеспеченностью влагой в течение летнего периода.

В торфяных низинных почвах, осушенных глубокими, врезанными в подстилающий песок каналами (пл. 5), формируется режим влажности, при котором в летние месяцы верхние пахотный и корнеобитаемый слои имеют труднодоступную влагу (ВКВ-ВЗ). Режим влажности почвы, осушенной сетью мелких открытых канав (пл. 15), наиболее благоприят-

Таблица 2

Зольность и состав золы (% на сухую почву) торфяных низинных почв

Глубина, см	Сырая зола	СО <sub>2</sub> в сырой золе, %	Минеральные примеси в сырой золе, %	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	Общий азот
Торфяная низинная мощная, осушенная глубокими каналами (пл. 5)												
0—20	10,1	9,8	14,9	2,48	0,46	1,80	3,96	0,19	0,07	0,25	0,56	2,73
20—40	9,4	17,9	—	1,59	0,30	1,03	4,56	0,30	0,02	0,12	0,53	2,82
40—60	9,8	22,3	3,8	1,03	0,50	1,23	4,56	0,28	0,02	0,13	0,83	2,42
60—80	6,9	—	4,0	0,45	0,26	0,94	3,36	0,28	0,01	0,09	0,49	2,76
80—100	6,4	13,9	4,0	0,44	0,24	0,98	3,25	0,25	0,01	0,07	0,33	1,83
100—120	6,0	15,1	4,0	0,76	0,22	0,96	2,84	0,24	0,01	0,07	0,41	2,31
120—140	5,3	—	—	0,79	0,37	0,70	2,49	0,17	0,01	—	0,33	2,05
140—160	6,2	23,4	6,4	1,51	0,43	0,64	2,21	0,42	0,05	0,06	0,30	2,69
Торфяная низинная мощная, осушенная гончарным дренажем (пл. 10)												
0—20	9,6	19,4	15,6	1,90	0,43	1,22	3,75	0,26	0,05	0,26	0,51	2,10
20—40	7,4	12,1	6,8	0,84	0,31	0,96	3,65	0,17	0,02	0,14	0,63	2,18
40—60	6,0	18,1	3,7	0,48	0,19	0,58	3,18	0,20	0,01	0,08	0,38	2,38
60—80	7,2	18,8	3,2	0,54	0,24	0,66	3,98	0,28	0,01	0,09	0,40	2,20
80—100	7,8	22,7	2,5	0,49	0,25	0,80	4,34	0,25	0,01	0,10	0,22	2,30
100—120	8,4	23,5	1,7	0,51	0,26	0,82	5,07	0,44	0,002	0,11	0,52	2,19
120—140	8,4	—	2,2	0,24	0,11	0,66	4,92	0,31	0,004	0,08	0,49	2,69
140—160	8,1	—	—	0,33	0,15	0,75	4,54	0,34	0,01	0,10	0,50	2,60
Торфяная низинная маломощная, осушенная гончарным дренажем (пл. 12)												
0—20	15,0	12,7	12,0	1,58	2,00	2,93	3,83	0,35	0,45	0,38	0,77	2,27
20—40	18,0	14,9	4,1	1,34	0,90	1,52	4,44	0,32	0,14	0,20	0,73	2,24
40—60	8,7	14,6	2,9	0,94	0,51	0,96	3,74	0,36	0,04	0,10	0,64	2,59
60—80	13,5	16,8	1,9	3,87	0,53	1,85	4,60	0,51	0,07	0,17	0,97	2,61
Торфяная низинная мощная, осушенная сетью мелких открытых канов (пл. 15)												
0—20	13,9	6,5	15,8	3,99	0,57	4,44	3,59	—	0,09	0,31	0,69	2,47
20—40	6,2	8,0	6,7	0,60	0,25	1,42	2,34	0,21	0,02	0,16	0,46	2,88
40—60	4,6	13,3	6,5	0,38	0,18	1,21	2,93	0,23	0,007	0,13	0,34	2,58
60—80	5,3	13,3	5,9	0,60	0,26	1,25	2,91	—	0,017	0,15	0,56	2,91

тец для растений (создаются средне- и легкодоступные категории почвенной влаги).

В торфяной почве с мощной залежью торфа, осушенной гончарным дренажем (пл. 10), формируются гидрологические горизонты, обеспечивающие достаточно стабильные запасы влаги среднедоступных категорий в корнеобитаемом слое и соответствующие НВ в остальной части почвенного профиля. В маломощной торфяной почве создается водный режим, при котором верхние горизонты летом иссушаются до влажности, отвечающей интервалу ВКВ-ВЗ. Влага соответствующая среднедоступным категориям располагается в слоях ниже 60 см.

Таким образом, торфяные почвы, взятые для исследования биологической активности, по уровню увлажнения можно разделить на 2 группы: почвы, подвергающиеся иссушению (площадки 5, 12), и почвы, характеризующиеся оптимальным увлажнением (площадки 10 и 15).

Как мы уже указывали, биологическую активность определяли по интенсивности выделения СО<sub>2</sub> из почвы, по содержанию микроорганизмов в почве и по интенсивности разложения клетчатки, заложенной в почву.

Интенсивность выделения СО<sub>2</sub> с поверхности почвы определяли методом абсорбции в модификации Штатнова [27]. В качестве сосудов-

изоляторов использовали полиэтиленовые (белые) сосуды объемом 4 л с диаметром 16 см, в качестве сосудов-поглотителей — чашки Петри диаметром 10 см. Экспозиция была равна 3 час. в дневное время и 6 час. в ночное. В качестве поглотителя использовали титрованный раствор 0,1 н КОН, который оттитровывали по фенолфталеину 0,1 н раствором HCl непосредственно в поле. Повторность определений 4-кратная.

Метод определения биологической активности почвы по интенсивности процессов разложения целлюлозы получил в настоящее время широкое распространение [2, 7, 8, 11, 23, 26]. Метод «аппликаций», который мы использовали, заключается в помещении в одну из стенок шурфа предварительно взвешенного зашитого в капроновую ткань льняного полотна. Льняную ткань помещали в щели, сделанные в стенке шурфа, через каждые 10 см до глубины 80—100 см на 30, 60, 90, 120 и 150 дней в 4-кратной повторности. По окончании срока экспозиции ткань вынимали из почвы, очищали от почвенных частичек, подсушивали и взвешивали, доводя до постоянного веса. По убыли в весе ткани, выраженной в процентах, определяли интенсивность разложения целлюлозы.

Групповой учет микроорганизмов проводили на плотных питательных средах методом посева почвенных разведений. Бактерии учитывали на почвенном агаре, на мясо-пептонном и на крахмало-аммиачном агаре, грибы — на сусло-агаре.

Метеорологические условия в годы проведения опытов были неодинаковыми (табл. 3). Предшествующий наблюдениям 1972 г. характеризовался неустойчивой малоснежной с сильными морозами зимой и очень теплым, а в отдельные периоды жарким и сухим летом, что способствовало значительному иссушению почв. Осень была теплой, продолжительной с небольшим количеством осадков, поэтому сильного переувлажнения почвы не наблюдалось. Зима 1972/73 г. характеризовалась неустойчивой погодой, незначительной высотой снежного покрова и промерзанием торфяных почв до глубины 40 см. Устойчивый переход к зиме произошел 23 декабря. Закончилась зима раньше обычного на 8 дней. Весна 1973 г. наступила раньше обычного, но была затяжной с частыми возвратами холодов и редкими осадками. Это задерживало развитие весенних процессов, оттаивание и прогревание почвы шло медленно. Лето было теплым, в отдельные сроки жарким, преимущественно сухим. С апреля по август сумма эффективных температур составила 1400°, что на 125° выше средней многолетней нормы. Осадков за это время выпало 171 мм, или 60% от средней многолетней нормы.

Таблица 3  
Среднемесячные температуры воздуха и количество осадков

Показатель	Месяцы												Средне- годовая
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1973 г.													
Температура	-7,9	-2,8	-1,2	5,7	11,4	16,6	17,9	15,4	7,9	3,5	-1,5	-6,1	4,9
Осадки, мм	13	53	22	34	57	46	46	16	64	42	57	44	494
1974 г.													
Температура	-8,2	-1,9	-1,1	2,8	8,8	15,5	16,4	15,1	12,4	7,5	1,8	-0,4	5,7
Осадки, мм	17	40	4	9	66	73	93	62	31	64	52	64	575
1975 г.													
Температура	-2,0	-4,0	0,6	7,2	14,9	15,5	17,8	15,7	12,8	4,8	-1,8	-2,4	6,6
Осадки, мм	30	28	32	96	54	93	59	46	38	28	24	61	589
Средне многолетние													
Температура	-8,2	-7,9	-3,9	4,4	11,4	15,1	17,2	15,5	10,3	4,9	-0,6	-5,7	4,4
Осадки, мм	29	27	27	30	48	68	83	76	53	49	38	36	558

Осень 1973 г. характеризовалась холодной сухой погодой. Переход температуры через  $10^{\circ}$  произошел 11 сентября, через  $5^{\circ}$  — 11 октября. С переходом среднесуточной температуры воздуха через  $0^{\circ}$  15 ноября установился снежный покров.

Снежный покров в 1974 г. был значительно меньше обычного, поэтому почвы изучаемого массива промерзли до глубины 50 см. Летний период 1974 г. в значительной степени отличался от 1973 г. Он был прохладным с большим количеством осадков, с пониженным числом часов солнечного сияния. За период с I.IV по I.IX выпало 302 мм осадков, или 106% от средней многолетней нормы, и на 46% больше, чем в предыдущем году.

Вегетационному периоду 1975 г. предшествовала малоснежная теплая зима. Полное оттаивание почвы произошло в конце марта. Первые весенние месяцы были холодными, однако во второй декаде мая температура воздуха поднялась до  $19,1^{\circ}$ .

Лето было теплым, в отдельные сроки жарким. С апреля по июль сумма эффективных температур составила  $1128^{\circ}$ . Осадков за это время выпало 243 мм. В длительные бездождливые периоды наблюдалось значительное подсыхание верхних слоев почвы, растения испытывали дефицит влаги.

В соответствии с создавшимся при осушении и освоении торфяных низинных почв водно-воздушным режимом в них неодинаковым был и температурный режим.

Прогреваемость пахотного слоя торфяных почв до  $10^{\circ}$  наблюдается только в конце мая. В летний период в почве, осушенной глубокими каналами, активные температуры ( $12^{\circ}$ ) распространяются до глубины 120 см; в почвах с оптимальным режимом влажности (площадки 10, 15) они наблюдаются на глубинах до 60—80 см. Неодинаковой была продолжительность периодов с наиболее высокими температурами ( $>16^{\circ}$ ) и глубина их распространения. В почвах, характеризующихся значительным иссушением верхних горизонтов, зона проникновения их достигает 80 см и сохраняется в течение 2,5—3,0 месяцев, в то время как в почвах с оптимальным режимом влажности (площадки 10, 15) такая температура наблюдалась только на глубине 20—40 см в течение 1,5—2,0 месяцев.

В настоящее время установлено, что при освоении торфяных почв происходит активизация микробиологических процессов [5—7, 16].

В старопашотных торфяных почвах отмечается более глубокое распространение активной микрофлоры, чем во вновь освоенных.

Данные табл. 4 свидетельствуют о высоком содержании микроорганизмов в почвах. Наиболее густо населен корнеобитаемый слой до глубины 50 см. В более глубоких слоях их количество уменьшается, но остается достаточно высоким и измеряется сотнями тысяч. Общее количество бактерий, определенное на почвенном агаре, изменяется в пахотном слое от 12 до 35 млн., а в слоях глубже 60 см от 110 тыс. до 7 млн. Освоенные низинные почвы характеризуются высоким содержанием грибов по всему профилю (50—700 тыс. в 1 г сухой почвы).

Содержание аммонифицирующих бактерий в почвах с разным увлажнением изменяется незначительно, поэтому можно полагать, что процессы аммонификации органических соединений азота идут в условиях южной части Северо-Запада интенсивно. Совершенно по-другому развиваются нитрифицирующие бактерии. В почвах с недостаточным увлажнением (площадки 5 и 12) в отдельные сроки наблюдений их содержание в десятки раз больше, чем в почвах нормального увлажнения (табл. 5).

В почвах с недостаточным увлажнением (площадки 5 и 12) накапливается самое высокое количество нитратного азота [10].

Таблица 4

Распространение микроорганизмов по профилю торфяных низинных осушенных почв

Глубина, см	Бактерии на почвенном агаре	Грибы на сусло-агаре	Целлюлозоразлагающие бактерии (аэробные)	Аммонифицирующие бактерии на МПА	Нитрифицирующие бактерии	Денитрифицирующие бактерии
Торфяная низинная с мощной залежью торфа, осушенная глубокими каналами						
0—10	$1,5 \cdot 10^7$	$9 \cdot 10^4$	$10^4$	$3,3 \cdot 10^8$	$10^4$	$10^6$
10—20	$1,5 \cdot 10^8$	$7 \cdot 10^5$	$10^4$	$3,2 \cdot 10^9$	$10^3$	$10^6$
20—30	$3,1 \cdot 10^6$	$3 \cdot 10^5$	$10^4$	$10^5$	$10^3$	$10^5$
30—50	$3,5 \cdot 10^7$	$6 \cdot 10^4$	$10^4$	$21 \cdot 10^5$	$10^3$	$10^5$
60—80	$1,1 \cdot 10^5$	$4 \cdot 10^4$	$10^2$	$1 \cdot 10^5$	$10^3$	$10^4$
100—120	$4,3 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^4$	$10^3$	$3 \cdot 10^5$	$10^3$	$10^5$
Торфяная низинная с мощной залежью торфа, осушенная гончарным дренажем						
0—10	$1,8 \cdot 10^7$	$2 \cdot 10^5$	$10^4$	$5,9 \cdot 10^6$	$10^3$	$10^6$
10—20	$1,8 \cdot 10^7$	$6 \cdot 10^4$	$10^4$	$3,3 \cdot 10^8$	$10^4$	$10^5$
20—30	$2,1 \cdot 10^7$	$5 \cdot 10^4$	$10^4$	$1,4 \cdot 10^8$	$10^3$	$10^6$
30—50	$2,7 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^4$	$10^3$	$1,0 \cdot 10^5$	$10^2$	$10^5$
60—80	$2,1 \cdot 10^5$	$8 \cdot 10^4$	$10^2$	$1,0 \cdot 10^5$	$10^2$	$10^5$
100—120	$7,0 \cdot 10^6$	$3 \cdot 10^4$	$10^2$	$5,1 \cdot 10^5$	$10^3$	$10^5$
Торфяная низинная маломощная, осушенная гончарным дренажем						
0—10	$1,9 \cdot 10^7$	$1,1 \cdot 10^5$	$10^4$	$8,6 \cdot 10^8$	$10^4$	$10^6$
10—20	$1,2 \cdot 10^7$	$6,0 \cdot 10^4$	$10^5$	$5,1 \cdot 10^8$	$10^4$	$10^6$
20—30	Не опр.	$3,1 \cdot 10^5$	$10^4$	$2,2 \cdot 10^8$	$10^4$	$10^6$
30—50	$1,5 \cdot 10^7$	$9,0 \cdot 10^5$	$10^4$	$1,0 \cdot 10^5$	$10^4$	$10^5$
60—80	$4,1 \cdot 10^5$	$8,0 \cdot 10^4$	$10^3$	$1,0 \cdot 10^6$	$10^3$	$10^6$
Торфяная низинная с мощной залежью торфа, осушенная мелкими канавами						
0—10	$1,0 \cdot 10^8$	$8,0 \cdot 10^4$	$10^3$	$3,0 \cdot 10^5$	$10^4$	$10^5$
10—20	$1,4 \cdot 10^7$	$5 \cdot 10^4$	$10^4$	$4,3 \cdot 10^8$	$10^4$	$10^6$
20—30	$7,0 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^4$	$10^2$	$1,0 \cdot 10^5$	$10^3$	$10^5$
30—50	$8,2 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^4$	$10^2$	$1,0 \cdot 10^5$	$10^3$	$10^5$
60—80	Не опр.	$2 \cdot 10^4$	$10^3$	$1,1 \cdot 10^5$	$10^3$	$10^4$

Таблица 5

Количество нитрифицирующих бактерий в осушенных низинных торфяных почвах в слое 0—20 см

Номер площадки	1973 г.				1974 г.			
	VI	VII	VIII	IX	VI	VII	VIII	IX
5	$2 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^6$	$10^5$	$10^5$	$10^6$	$6 \cdot 10^4$
12	$5 \cdot 10^5$	$6 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^5$	$10^5$	$10^5$	$10^5$	$1 \cdot 10^5$
10	$2 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^4$	$10^4$	$10^5$	$10^4$	$1 \cdot 10^3$
15	$1 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^4$	$6 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^4$	$10^3$	$10^5$	$10^3$	$1 \cdot 10^3$

Для выяснения биологической активности торфяных почв с различной влажностью мы исследовали скорость разложения целлюлозы (льняной ткани), помещенной на разных глубинах почвенной толщи.

Из рис. 1 видно, что скорость разложения целлюлозы была более высокой в верхних горизонтах торфяных низинных почв. С глубиной она уменьшалась. В профиле почв, имеющих высокую норму осушения (120—160 см), интенсивное разложение клетчатки (89—99%) идет до глубины 50—80 см, в почвах с нормой осушения 80—110 см благоприятные условия для разложения ее создаются в слоях 0—30, 0—40 см. Как сильное иссушение почв, так и избыточное увлажнение резко понижают скорость разложения углеродсодержащих органических соединений торфа.

В течение летнего периода интенсивность разложения целлюлозы подвержена большим колебаниям. Наиболее высокой она была при благоприятных гидротермических условиях в июне и июле. В августе наблюдается депрессия, вызванная, очевидно, конкуренцией микроорганизмов с высшими растениями, а также накоплением токсинов. В сентябре в связи с обогащением почв корневыми и пожнивными остатками интенсивность процессов разложения снова возрастает.

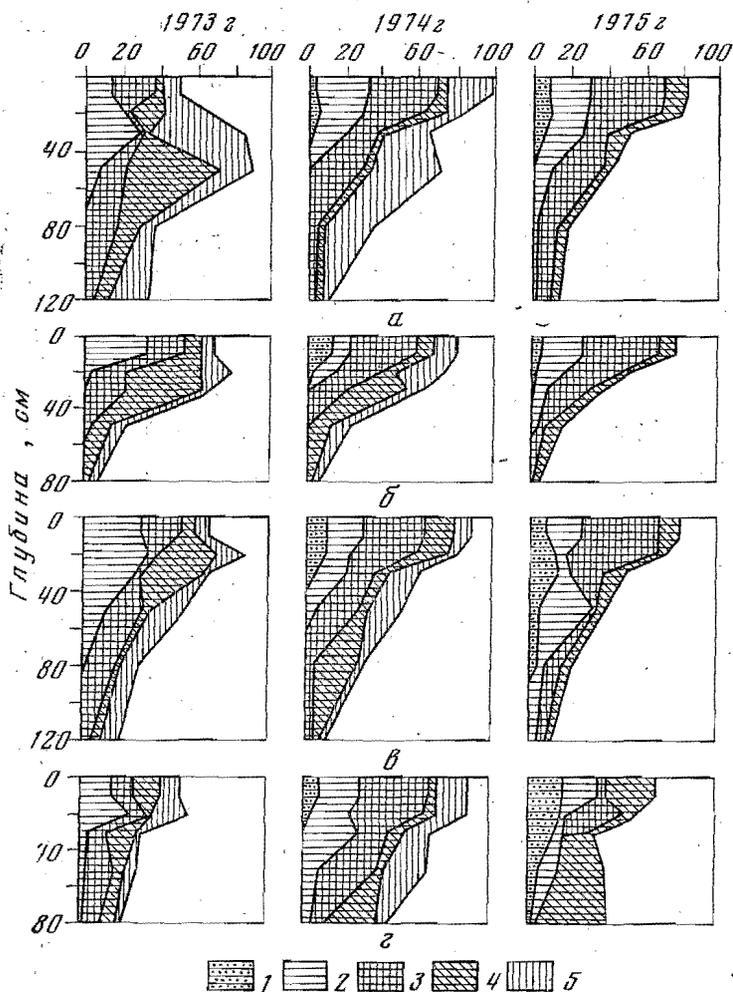


Рис. 1. Интенсивность разложения целлюлозы в профиле низинных освоенных почв

1 — V, 2 — VI, 3 — VII, 4 — VIII, 5 — IX: а — осушенная сеть глубоких, врезанных в подстилающий песок каналов (пл. 5); б — с мощной залежью торфа, осушенная сеть мелких регулирующих каналов (пл. 15); в — с мощной залежью торфа, осушенная гончарным дренажем; г — с малой мощностью торфа, осушенная гончарным дренажем (пл. 12)

Наряду с изучением микрофлоры торфяных почв, а также интенсивности разложения целлюлозы мы исследовали количество углекислого газа, выделяющегося с поверхности почв. Известно, что концентрация углекислоты и интенсивность ее выделения определяются жизнедеятельностью микроорганизмов и почвенной фауны, дыханием корневых растений, физико-химическими и химическими процессами. Углекислота, выделяемая почвой, является важным источником углеродного питания растений.

Интенсивность выделения  $\text{CO}_2$  (рис. 2), как результат совокупной деятельности корней, почвенной фауны и микроорганизмов в исследованных почвах была очень изменчивой. Она определялась водно-воздушным режимом и температурными условиями. Наибольшим выделением  $\text{CO}_2$  (220—250  $\text{мг}/\text{м}^2$  час) характеризовались почвы с высокой нормой осушения. Почвы с оптимальным режимом влажности выделяли меньше  $\text{CO}_2$  (140—180  $\text{мг}/\text{м}^2$  час). Минимальные количества  $\text{CO}_2$  выделяются весной, когда температура почвы ниже  $10^\circ$  (42—140  $\text{мг}/\text{м}^2$  час). В июне с переходом температуры почти через  $10^\circ$  и нарастанием вегетативной массы растений интенсивность «дыхания» возрастает, достигая максимума в июле-августе при благоприятном сочетании гидротермических условий. Изменение суточного хода «дыхания» почвы полностью коррелирует с суточным изменением температуры почвы. Наибольшее количество  $\text{CO}_2$  выделяется в период от 16 до 19 час. Самая низкая интенсивность «дыхания» приурочена к ночному времени.

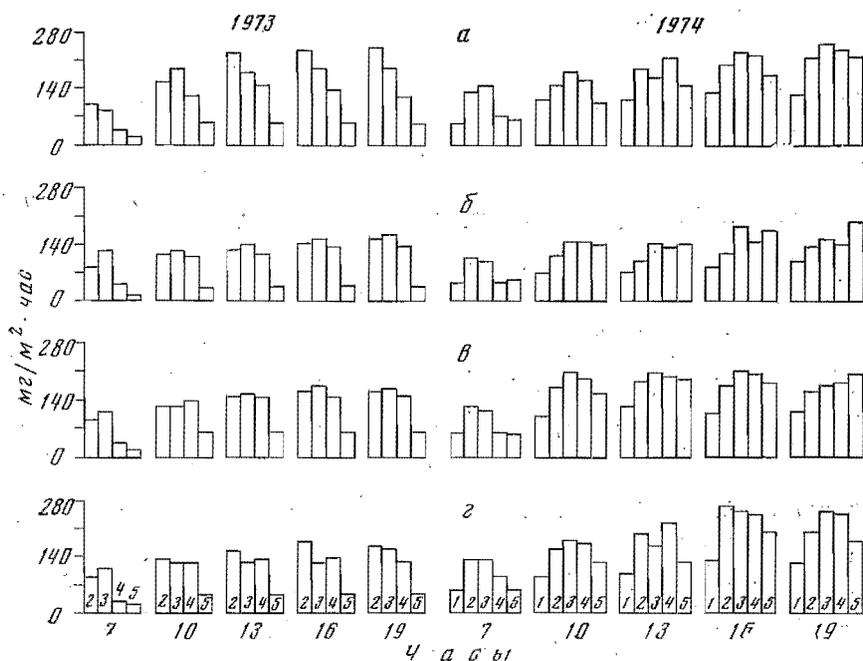


Рис. 2. Интенсивность выделения углекислого газа с поверхности низинных торфяных освоенных почв

а, б, в — см. рис. 1

Какие же суммарные количества  $\text{CO}_2$  выделяются с поверхности почвы за летние месяцы? Как видно из табл. 6, наиболее интенсивно идет выделение  $\text{CO}_2$  в почвах, характеризующихся в течение лета недостатком влаги (площадки 15 и 12). Почвы, имеющие оптимальный режим влажности (площадки 10, 15), характеризуются меньшим выделением  $\text{CO}_2$ , что связано с менее выраженными биологическими процессами.

### Выводы

1. Биологическая активность низинных освоенных торфяных почв Северо-Западной зоны РСФСР определяется уровнем увлажнения.
2. В почвах, характеризующихся режимом влажности, при котором в летние месяцы верхние пахотный и корнеобитаемый слой содержат

Выделение  $\text{CO}_2$  с поверхности торфяных низинных освоенных почв с мая по сентябрь, т/га

Номер площадки	1973 г.	1974 г.	1975 г.	Среднее за 3 года	Номер площадки	1973 г.	1974 г.	1975 г.	Среднее за 3 года
5	3,97	5,30	6,27	5,18	10	3,54	4,72	5,63	4,63
15	3,24	3,61	4,12	3,66	12	3,49	5,79	6,49	5,26

труднодоступную влагу, биологические процессы идут наиболее интенсивно. При этом наибольшему разложению подвергается торф до глубины 80—90 см.

3. Биологические процессы в почвах, имеющих оптимальные запасы влаги, наиболее активно протекают только в слоях 0—50 и 0—60 см. В этих почвах разложение органического вещества торфа идет с меньшей интенсивностью.

#### Литература

1. Александрова И. В. О методах определения активности некоторых почвенных ферментов. Почвоведение, 1959, № 9.
2. Артеменко В. А., Бескровный А. К. Сельскохозяйственное использование осушенных торфяно-болотных почв. Киев, «Урожай», 1972.
3. Бондарев А. Г. Дыхание дерново-подзолистой почвы в связи с ее влажностью и температурой. Тр. межобл. темат. научн. конф. по окультуриванию северных нечерноземных почв. Казань, 1962.
4. Бухман В. А. Влияние осушения и окультуривания на динамику плодородия, агрохимические и биологические свойства почв гидроморфного ряда. В кн.: Почвы Карелии и пути повышения их плодородия. Петрозаводск, 1971.
5. Вавуло Ф. П. Закономерности распространения микроорганизмов в торфяно-болотных почвах БССР. В кн.: Вопросы почвенной микробиологии, т. 2. Рига, 1958.
6. Вавуло Ф. П., Воробьева Е. Н., Плоткина Н. М. Изменение микробиологических процессов в связи с осушением и сельскохозяйственным использованием торфяно-болотных почв Полесья. Тез. докл. IV Всесоюз. делегатск. съезда почвоведов, кн. 4. Мелиорация почв. Алма-Ата, 1970.
7. Вавуло Ф. П. Микрофлора основных типов почв БССР и их плодородие. Минск, «Урожай», 1972.
8. Вавуло Ф. П., Воробьева Е. Н. Изменение биологической активности торфяно-болотной почвы при ее окультуривании. В кн.: Роль микроорганизмов в питании растений и плодородии почвы. Минск, «Урожай», 1972.
9. Галстян А. Ш. Об активности ферментов и интенсивности дыхания почвы. Докл. АН СССР, т. 127, № 5, 1959.
10. Донских И. Н., Царенко В. П. Влияние режима влажности торфяных почв на накопление минеральных форм азота. Зап. ЛСХИ, т. 245. Л., 1974.
11. Загуральская Л. М. Определение биологической активности торфяно-болотных почв Томской области. В кн.: Микроорганизмы в борьбе с вредителями лесного хозяйства. «Наука», 1966.
12. Козлов К. А., Михайлова Э. Н. Дегидразная активность некоторых почв Восточной Сибири. Почвоведение, 1965, № 2.
13. Красильников Н. А. Микроорганизмы почвы и высшие растения. Изд. АН СССР, 1958.
14. Куревич В. Ф. Биологическая активность почвы и методы ее определения. Докл. АН СССР, т. 79, № 5, 1951.
15. Куревич В. Ф. О методах стационарного исследования почвы как биологического объекта. Докл. на совещ. по стационарным геоботан. исслед. Изд. АН СССР, 1954.
16. Лушинович И. С., Голуб Т. Ф. Торфяно-болотные почвы БССР и их плодородие, изд. 2. Минск, 1958.
17. Макаров Б. Н. Динамика газообмена между почвой и атмосферой в течение вегетационного периода под различными культурами севооборота. Почвоведение, 1952, № 3.
18. Макаров Б. Н. Дыхание почвы как источник углеродного питания растений. Тр. Ин-та физиол. раст. им. К. А. Тимирязева, т. 10, 1955.
19. Макаров Б. Н. Воздушный режим дерново-подзолистой почвы. Почвоведение, 1966, № 11.
20. Макаров Б. Н., Мацкевич В. Б. Методы определения состава почвенного воздуха и интенсивности газообмена между почвой и атмосферой. В кн.: Физико-химические методы исследования почв. «Наука», 1966.

21. *Мацкевич В. Б.* Сезонная динамика содержания углекислоты в почвенном воздухе мощных черноземов под различной растительностью. Тр. Центральночерноземного заповедн., вып. 8, 1965.
22. *Мина В. Н.* Состав почвенного воздуха в лесных почвах. Тр. Ин-та леса АН СССР, т. 7, 1951.
23. *Минаева Г. М.* Опыт использования метода «аппликаций» для определения биологической активности перегнойно-торфяной почвы. Почвоведение, 1974, № 3.
24. *Непомилуев В. Ф., Козырев М. А.* О биологической активности дерново-подзолистых оглеенных почв. Изв. ТСХА, вып. 2, 1970.
25. *Переверзев В. Н., Головки Э. А., Алексеева Н. С.* Биологическая активность и азотный режим торфяно-болотных почв в условиях Крайнего Севера. «Наука», 1970.
26. *Скрынникова И. Н., Ведерникова Т. П., Стенина Т. А. и др.* Процессы в пахотных перегнойно-торфяных почвах. «Наука», 1974.
27. *Штанов В. И.* К методике определения биологической активности почвы. Докл. ВАСХНИЛ, вып. 6, 1952.

Ленинградский СХИ

Дата поступления  
19.IV.1977 г.

---

I. N. DONSKIKH, A. I. IVANOVA

**BIOLOGICAL ACTIVITY OF CULTIVATED PEAT SOILS  
IN THE NORTH-WEST OF THE RSFSR**

The biological activity of cultivated peat lowland soils of the North-West of the RSFSR depends on the degree of moistening. Soils with high rates of drying are characterized by most intensive biological processes, penetrating to the depth of 80—90 cm.

Biological processes in soils with optimal moisture regime are going on less intensive and are active only in the 0—50 and 0—60 cm layers.

---