

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МЕЛИОРИРУЕМЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ

Германова Н.И., Саковец В.И.

Через 30 лет лесной осушительной мелиорации в условиях умеренно холодного влажного климата Карелии необходим всесторонний анализ успехов и неудач этой широкомасштабной акции. Как известно, осушение торфяных почв в большей или меньшей мере влияет на все компоненты биогеоценоза, круговорот веществ и плодородие почвы. Интенсивность круговорота веществ, в свою очередь, в значительной степени зависит от жизнедеятельности микроорганизмов и почвенных животных. Химический состав растений и состав почвенных организмов на фоне экологических условий определяют деструкцию органического вещества и участие отпавшей биомассы в его круговороте [1], что можно использовать для оценки эффективности гидролесомелиорации в конкретных природно-климатических условиях.

Объекты и методы

Исследования проводились на стационаре «Киндасово» Института леса Карельского НЦ РАН на неосушенных и осушенных контрастных по трофности торфяных почвах.

Сосняки кустарничково-сфагновые на верховых торфяных почвах расположены в одном болотном массиве. Осушение проведено 20 лет назад сетью открытых каналов с расстоянием между ними 180, 120 и 35 м. Мелиоративная сеть на момент исследований находилась в рабочем состоянии, при этом посередине 180-метровой межканальной полосы средний за 1991–1994 г.г. уровень почвенно-грунтовых вод составил 11 см, на участке интенсивного осушения (35 м между канавами) – 31 см. Торфяные почвы близки по строению залежи, ботаническому составу и степени разложения торфа: мощность залежи 2,5–2,9 м, на глубине 0–20 см она сложена верховым фускум-торфом со степенью разложения 5–10%, глубже – магелланикум-торфом со степенью разложения 10–15%. До осушения состав древостоя был 7,3С(90)2,7С(35) с полнотой 0,2 Уб класса бонитета, при слабом осушении за 20 лет изменений в составе древостоя не отмечено. После интенсивного осушения за счет более быстрого роста молодого поколения произошло естественное омоложение древостоя и состав стал 5,4С(50)4,6С(110), увеличилась полнота до 0,3, а продуктивность возросла до Уа класса бонитета.

Сосняки травяно-сфагновые также расположены в одном болотном массиве, часть которого осушена 20 лет назад сетью открытых каналов с расстоянием между ними 125 м. Каналы, между которыми находятся пробные площади, нормально функционируют, их ширина по верху составляет 2,3–2,6 м, по дну – 1 м, глубина 1 м, заиление 16–30 см. Средний уровень ПГВ за период наблюдений (1991 – 1994 г.г.) составил в 10-метровой приканальной зоне 52–54, в 30 метрах от канала – 35, посередине межканальной полосы 22 см. Пробные площади заложены в зоне интенсивного осушения (0–20 м от канала) и посередине межканальной полосы. Мощность торфа на участках до и после осушения 1,2–1,7 м, залежь до глубины 40 см сложена переходным осоковым, а глубже низинным осоково-сфагновым торфом со степенью разложения 20–25%. На период исследований неосвоенное насаждение Уа класса бонитета имело состав 4,0С(110) 6,0Б(105)ед.Е(70), в интенсивно осушенной зоне участка текущий бонитет III класса, состав 4,3С(105)5.7Б(105)+Е(70), в слабоосушенной части участка при составе насаждения 4.5С(105)5.4Б(105)0.1Е(70) текущий бонитет III,2.

Для микробиологических и химических исследований образцы торфяных почв отбирались 2–4 раза за сезон из верхнего 20–50-сантиметрового слоя залежи, с учетом парцеллярной структуры биогеоценоза и удаленности точек отбора от канала, их количество колебалось от 5 до 10, из которых готовился один смешанный образец подстилки или торфа. Изучение численности и эколого-трофического состава микробиоты проводили в свежих почвенных образцах методом посева почвенной взвеси на стандартные питательные среды в трех повторностях. О функциональной активности почвенных микроорганизмов судили по характеру и скорости разложения свежего растительного опада путем постановки модельных полевых опытов.

Химический состав почв и растительного опада определен в Аналитической лаборатории Института леса Карельского НЦ. Содержание в них органических и минеральных веществ определено путем сжигания навески в муфеле при 450°C [2], общего азота – методом Кьельдаля, фосфора – методом Труога, калия – пламеннофотометрическим методом (там же).

Как известно, действие осушительных каналов на основные компоненты биогеоценоза ослабевает по мере удаления от них, и границы перехода от зоны интенсивного к зоне экстенсивного осушения безошибочно улавливаются по характеру растительности. В связи с этим в осушенном сосняке травяно-сфагновом мы условно разделили межканальное пространство на пять равных частей, обозначив приканальные части индексом а, центральную – индексом б, промежуточные – $\frac{1}{2} а + \frac{1}{2} б$. Среднее значение искомого параметра определяли по формуле $(3а + 2б) / 5$.

Результаты и обсуждение

Осушение предопределяет разный ход развития верховых и переходных торфяных почв на современном этапе, своеобразно влияя на их свойства. Установлено, что в результате осушения уплотняются верхние горизонты торфяных почв, повышается зольность и содержание элементов минерального питания в них [3–7]. На изучаемых объектах за 20 лет интенсивного осушения почв сформировалась лесная подстилка, на верховой торфяной почве на 40% площади участка (35 м между каналами), на переходной – в 20–30-метровой приканальной зоне. Плотность верхнего полуметрового слоя осушенного верхового торфа увеличилась в 1,2–1,6 раза, в сосняке травяно-сфагновом – в 1,2–2,4 раза. Слабое осушение мало повлияло на эти показатели свойств почв. С уплотнением торфа естественно повышение в нем концентрации азота и зольных элементов. Заметные различия неосушенных верховых и переходно-низинных торфяных почв по количеству в них основных элементов питания растений углубляются при осушении (табл.1).

Микробиологическое обследование осушенных верховых торфяных почв (при параллельном отборе почвенных проб на неосушенном участке) проводилось через 6, 10 и 28 лет после проведения мелиоративных работ. Условия произрастания древесных пород на верховых торфях, где в составе живого напочвенного покрова доминируют сфагновые мхи, очень специфичны. Кислая реакция и токсичность среды, неблагоприятный режим питания влияют на жизнедеятельность почвенной биоты, характер обменных процессов, и в конечном итоге, на успешность роста древостоя. Имеющиеся в литературе сведения о разложении торфообразователей верховых болот говорят о высокой устойчивости сфагновых мхов к воздействию микроорганизмов [8–13]. Для верховых торфяных почв южной Карелии характерны крайняя бедность и относительно стабильный состав микробных сообществ вне зависимости от давности и степени осушения торфа (табл.2). Доминируют микроорганизмы, осуществляющие первичную стадию деструкции органического вещества растений-торфообразователей. Спорозоные бактерии, актиномицеты, цитофаги – агенты разложения устойчивых соединений, встречаются в почвах эпизодически, в момент оптимального теплового и гидрологического режима, и их роль в круговороте веществ на верховых болотах незаметна.

Особенно неэффективно для жизнедеятельности микроорганизмов в верховых торфях слабое осушение (180 м между каналами), биологическая активность почв при таких параметрах осушительной сети не повышается и с приближением к каналу. С улучшением режима аэрации путем

Т а б л и ц а 1
Запас основных элементов питания в торфяных почвах, ц/га

Глубина, см	Сосняк кустарничково-сфагновый			Сосняк травяно-сфагновый		
	экстенсивно осушенный	интенсивно осушенный	интенсивно осушенный	неосушенный	экстенсивно осушенный	интенсивно осушенный
	Сумма зольных элементов					
Подстилка (сфагновый очес)	1,91	1,91	6,53	7,15	16,90	
0-30	30,96	39,93	183,23	263,65	321,10	
0-50	50,74	62,10	275,23	368,90	404,30	
	Азот					
Подстилка (сфагновый очес)	0,77	1,12	0,98	4,59	5,08	
0-30	12,03	12,32	49,47	87,51	102,70	
0-50	22,93	23,22	97,42	133,94	141,76	
	Фосфор					
Подстилка (сфагновый очес)	0,05	0,06	0,06	0,25	0,26	
0-30	0,60	0,82	2,28	3,25	3,86	
0-50	0,95	1,30	3,94	4,50	5,07	
	Калий					
Подстилка (сфагновый очес)	0,19	0,18	0,24	0,25	0,18	
0-30	1,29	0,99	2,00	1,34	1,00	
0-50	1,68	1,23	2,43	1,55	1,20	

Т а б л и ц а 2
Развитие микробных ценозов в верховых торфяных почвах, тыс/г абсолютно сухого вещества

Период осушения, лет	Расстояние между осушителями, м Расстояние от осушителя, м	Микромицеты	Микроорганизмы, усваивающие азот		Олигонитрофильы	Олиготрофы	Спороносные	Акциномицеты	Целлюлозоразрушающие
			органический	минеральный					
Неосушенная		320	1600	980	4000	3400	не обн.	не обн.	ед. колонии
6*	<u>120</u> 60	50	1330	3000	4760	10550	27	"-	14
10	<u>120</u> 60	394	10	5990	5550	2040	31	"-	ед. колон
28	<u>180</u> 10	46	3380	930	70	3500	35	10	112
"-"	<u>180</u> 90	104	3310	2760	250	800	не обн.	27	55
"-"	<u>35</u> 17,5	159	700	800	1400	1040	329	не обн.	167

* по данным Л.М. Загуральской [14]

интенсивного осушения (35 м между каналами) коренной перестройки структуры микробных сообществ также не произошло. Наличие в составе микробоценоза осушенной почвы небольшого количества целлюлозоразлагающих и споровых бактерий не повышает эффективность работы деструктивного блока: льняная ткань здесь разлагается со скоростью 6–7% потери массы за один летний месяц.

Вследствие осушения почвы под сосняком травяно-сфагновым произошла четкая дифференциация участка на зоны интенсивного и экстенсивного осушения. Первая ограничена 20-метровым расстоянием от канала. Эти зоны различаются по водно-воздушному режиму почвы, плотности торфа, запасу в нем основных элементов питания растений, по массе и составу опада. Запас древесины с 70 м³/га до осушения равен 170 м³/га в приканалье и 140 м³/га посередине полосы. По общей численности микроорганизмов в верхнем 20-сантиметровом слое торфа исследуемые участки образуют ряд: интенсивно осушенный → экстенсивно осушенный → неосушенный (табл.3). Высокая численность микроорганизмов на интенсивно осушенном участке отмечена в подстилке, тогда как различия в их количестве в верхнем 20-сантиметровом слое торфа между участками не столь заметны. Потенциальные возможности микрофлоры к выполнению важнейшей функции в почве – деструкции органического вещества, достаточно высоки на всех участках – это обусловлено качеством торфа. В осушенном сосняке формирование микробоценоза с высокой долей грибного компонента идет в соответствии с составом опада. При участии спорозоносных бактерий, актиномицетов, микромицетов и относительно большого количества миксобактерий, обладающих мощной энергией разложения, здесь происходит деструкция устойчивых компонентов древесного опада.

За 20-летний период гидролесомелиорации при сохранении видового разнообразия фитоценоза в сосняке кустарничково-сфагновом изменились количественные соотношения между отдельными его компонентами, соответственно изменился и состав надземного опада (табл.4). На фоне значительного уменьшения в нем доли сфагновых мхов возросла роль относительно легкоразлагаемых компонентов, среди них масса более доступного микробиоте опада листьев голубики, кассандры и подбела увеличилась в 3 раза – от 118 до 384 кг/га. Масса хвойного опада, который среди прочих торфообразователей верховых болот относительно легко разлагаем, возросла от 188 до 716 кг/га. При этом скорость разложения верховых растений – торфообразователей остается одинаково низкой как в условиях слабого, так и интенсивного осушения и не превышает 46 % (листья голубики) потери массы опада за год.

Т а б л и ц а 3

Изменение структуры микробных ценозов за 20 лет осушения переходо-низинной торфяной почвы, тыс/г абсолютно сухого вещества

Глубина, см	Микромицеты	Микроорганизмы, усваивающие азот		Олиготрофы	Спороносные	Акциномицеты	Целлюлозоразрушающие
		органический	минеральный				
0-20	307	8300	7900	2800	5230	2	173
Неосушенная почва							
60 м от канала							
0-10	256	5000	6100	3600	3400	4	209
10-20	59	4700	4200	7100	1600	не обн.	172
1-20 м от канала							
Подстилка	1122	4400	5800	16500	1980	30	194
0-10	216	4900	4700	5300	3280	19	650
10-20	165	2100	2400	2600	1340	26	157

**Изменение характера и темпов высвобождения элементов минерального питания из опада растений
в сосняке кустарничково-сфагновом после интенсивного осушения почвы**

Часть насаждения	Поступление, кг/га			Высвобождение, кг/га				
	Сумма зольных элементов	N	P	К	Сумма зольных элементов	N	P	К
Экстенсивно осушенный								
Древостой	<u>6,00</u> 13*	<u>1,80</u> 13	<u>0,15</u> 12	<u>0,57</u> 12	<u>1,1</u> 18**	<u>0,10</u> 5	<u>0,04</u> 27	<u>0,45</u> 79
Напочвенный покров	<u>38,5</u> 87	<u>12,23</u> 87	<u>1,05</u> 88	<u>4,40</u> 88	<u>8,2</u> 21	<u>1,13</u> 9	<u>0,32</u> 30	<u>2,69</u> 61
Насаждение	<u>44,5</u> 100	<u>14,03</u> 100	<u>1,20</u> 100	<u>4,97</u> 100	<u>9,3</u> 21	<u>1,23</u> 9	<u>0,36</u> 30	<u>3,14</u> 63
Интенсивно осушенный								
Древостой	<u>23,6</u> 42	<u>7,50</u> 42	<u>0,59</u> 32	<u>2,46</u> 45	<u>2,4</u> 10	<u>0,64</u> 8	<u>0,07</u> 12	<u>1,93</u> 78
Напочвенный покров	<u>32,6</u> 58	<u>10,35</u> 58	<u>1,32</u> 68	<u>3,06</u> 55	<u>11,1</u> 34	<u>1,02</u> 10	<u>0,74</u> 56	<u>1,71</u> 56
Насаждение	<u>56,2</u> 100	<u>17,85</u> 100	<u>1,91</u> 100	<u>5,52</u> 100	<u>13,5</u> 24	<u>1,66</u> 9	<u>0,81</u> 42	<u>3,64</u> 66

В знаменателе: * – % от общей массы;

** – от количества в свежем опаде

Произшедших изменений в структуре фитоценоза за 20 лет интенсивного осушения верховой торфяной почвы недостаточно для ускорения круговорота элементов питания и повышения её плодородия. При увеличении массы опада в сравнении со слабоосушенным сосняком на 300 кг/га возрастание количества зольных элементов (суммы), поступающих с ним на почву, в интенсивно осушенном составило 12 кг/га, азота – 4 кг/га, калия и фосфора – 500–700 г/га, при этом размеры высвобождения из опада зольных элементов в сравнении с контролем увеличились на 4 кг/га, а азота, фосфора, калия – на 400–500 г/га (табл.4).

За этот же период запасы надземной фитомассы в сосняке травяно-сфагновом, составлявшие до осушения 534.5 ц/га, увеличились до 956 ц/га посередине межканальной полосы и до 1032 ц/га в приканальной. С изменением структуры и состава насаждения и значительным увеличением фитомассы древостоя возрастает доля древесных компонентов в составе опада, происходит сдвиг в характере и темпах процессов минерализации (табл.5). В неосушенном сосняке надземный опад представлен на 56 % компонентами древесного яруса и на 44 % растениями напочвенного покрова. За 20 лет осушения это соотношение изменилось в соответствии с изменением структуры фитоценоза и составило соответственно 87 и 13% (в приканальной зоне 91 и 9). Общая масса опада здесь в 2,2 раза больше, чем в сосняке кустарничково-сфагновом [15].

С улучшением водно-воздушного режима почвы и повышением её трофности после осушения качество опада, с точки зрения его доступности микрофлоре, ухудшается, в неосушенном сосняке травяно-сфагновом относительно легкоразлагаемых компонентов опада (трав и листьев березы) 3200 кг/га (половина из них хорошо разлагающиеся травы) – это 70% от его общей массы. При осушении почвы эта доля опада снижается до 2130 кг/га (50 % от общей массы), из них трав всего лишь 200 кг/га.

В неосушенном сосняке травяно-сфагновом существенную роль в биологическом круговороте играют относительно легразлагаемые растения травяного покрова, их здесь в 8 раз больше, чем в осушенном сосняке. Они отличаются высокой зольностью, её средние значения на объектах до и после осушения составляют 9,3 и 5,7 %, в них больше калия, а процентное содержание азота и фосфора в травах на объектах примерно одинаково. В результате в неосушенном сосняке с опадом трав и мхов на почву ежегодно поступает 52 % зольных элементов (сумма), азота 59, фосфора 61, калия 80 % от их количеств

ва в опад е насаждения. По количеству поставляемых на почву элементов питания здесь лидируют осока, вахта, тростник, с опадом этих растений ежегодно поступает от 40 до 60 %, с опадом сфагновых мхов от 6 до 10 %, с листьями березы 20 – 40 %, с опадом хвои 1–4 % азота и зольных элементов от общего количества в опаде всего насаждения [15].

Т а б л и ц а 5

Скорость разложения растительного опада в сосняках травяно-сфагновых

Компоненты опада	Масса свежего опада, кг/га	Потеря за год*, %	Компоненты опада	Масса свежего опада, кг/га	Потеря за год*, %
Неосушенный			Осушенный		
Древостой:			Древостой:		
хвоя сосны	265	34	хвоя сосны	710	40
ветви сосны	150	14	ветви сосны	518	26
листья березы	1630	27	листья березы	1930	35
ветви березы	553	4	ветви березы	542	11
ВСЕГО	2598	22	ВСЕГО	3700	31
Травяной покров:			Травяно-кустарничковый покров		
калужница	17	87	кизляк	6.5	56
вахта	314	80	поляника	79.4	51
хвощ	45	64	вейник	14.2	50
осока	569	38	сабельник	5.4	57
сабельник	147	68	тростник	17.0	52
тростник	477	59	папоротник	16.3	32
ВСЕГО	1569	57	золотая розга	4.9	67
моховой покров:			осока	13.2	37
сфагновые мхи	480	8	марьянник	28.3	67
ИТОГО	4647	32	майник	1.9	79
			клюква	4.8	35
			хвощ	0.4	50
			голубика	2.7	23
			брусника	9.4	22
			ВСЕГО	204.4	50
			моховой покров:		
			зеленые мхи	75.6	31
			сфагновые мхи	284.4	12
			ВСЕГО	360.0	16
			ИТОГО	4264.0	31

* Приведена средняя за 1992–1993 и 1996–1997 г.г. величина потери массы.

В результате перестройки структуры фитоценоза и изменений в составе опада после гидролесомелиорации основную роль в пополнении почвы элементами питания начинает выполнять древесной опад. С древесным опадом на почву поступает до 90 % зольных элементов (сумма) и азота и около 80 % фосфора и калия (табл.6). В осушенном сосняке возросла роль опавших листьев березы в обогащении почвы химическими элементами, как в абсолютных показателях, кг/га, так и в процентном отношении. В насаждениях до и после осушения с ними поступает (% от количества в опаде насаждения): азота 30 и 57, фосфора 30 и 60, калия 18 и 63, зольных элементов (сумма) 40 и 70. Здесь с листовым опадом березы на почву поступает 69 % зольных элементов и азота, с хвоей 10, ветвями березы около 8 и сосны 5 % от их количества во всей массе опада. В целом поступление азота и зольных элементов через 20 лет после осушения почвы сократилось на 26 % (калия на 44 %).

В неосушенном насаждении при разложении опада растений напочвенного покрова в течение года высвобождается: зольных элементов (сумма) 57, азота 85, фосфора 76, калия 80 % от количества элементов высвобождающихся из ежегодного опада насаждения, или соответственно 50, 54, 62, 95 % от их количества, поступившего со свежим опадом на почву.

Сопоставить питательную ценность отдельных видов опада в лесных насаждениях можно путем пересчета количества высвободившихся за год элементов из 1 т/га растительных остатков [15]. В неосушенном сосняке травяно-сфагновом самую низкую ценность имеют хвоя и ветви сосны и березы, а также сфагновые мхи. Остальные виды опада растений по количеству высвободившихся из них зольных элементов и азота можно расположить в ряд: калужница – вахта – хвощ – сабельник – осоки – тростник – листья березы. Последовательность высвобождения элементов из всех видов опада одинакова: калий – фосфор – азот. Из трав в первый год разложения исчезает почти весь калий, из листьев березы 80 %, из хвои и ветвей сосны 70, из сфагновых мхов около 60 %.

На неосушенном болоте от 94 до 100 % высвободившихся в процессе разложения из растительного опада основных элементов питания приходится на растения напочвенного покрова и листья березы.

После осушения почвы высвобождение зольных элементов и азота из растительного опада в сосняке травяно-сфагновом сократилось вдвое (табл. 6). Большая часть элементов высвобождается из опада древесной опад: азота 85 %, фосфора и калия 77 и всего количества зольных элементов 89 %. Наиболее мобильный компонент в составе древесной опад — это листья березы: 78 % зольных элементов и азота в осушенном насаждении высвобождается при их разложении, 11 % из опада трав и кустарничков, на долю опада хвои и ветвей приходится 8 %. В целом из опада осушенного насаждения высвободилось значительно меньше элементов, чем в неосушенном сосняке.

Т а б л и ц а 6

**Изменение характера и темпов высвобождения элементов минерального питания из опада растений
в сосняке травяно-сфагновом после осушения почвы**

Часть насаждения	Поступление, кг/га			Высвобождение, кг/га				
	Сумма зольных элементов	N	P	К	Сумма зольных элементов	N	P	К
Несушенный								
Древостой	121,37 48*	26,09 40	1,68 39	6,93 20	49,79 41**	3,75 14	0,52 31	5,31 77
Напочвенный покров	130,38 52	38,30 60	2,59 61	27,50 80	65,51 50	20,90 54	1,60 62	26,03 95
Насаждение	251,75 100	64,39 100	4,27 100	34,43 100	115,30 46	24,65 38	2,12 50	31,34 91
Осушенный (125 м между каналами)								
Древостой	171,45 90	45,63 85	2,79 83	15,05 78	55,49 32	9,52 21	0,41 15	12,11 80
Напочвенный покров	19,60 10	8,17 15	0,55 17	4,20 22	6,98 36	1,69 21	0,12 22	3,59 85
Насаждение	191,05 100	53,80 100	3,34 100	19,25 100	62,47 33	11,21 21	0,53 16	15,70 81
Интенсивно осушенный (10 м от канала)								
Древостой	171,00 90	62,50 89	2,55 83	8,80 70	49,96 29	7,10 11	0,61 24	6,21 70
Напочвенный покров	18,76 10	7,66 11	0,51 17	3,84 30	10,51 56	2,99 39	0,20 39	2,18 57
Насаждение	189,76 100	70,16 100	3,06 100	12,64 100	60,41 32	10,09 14	0,81 26	8,39 66

В знаменателе: * – % от общей массы;

** – от количества в свежем опаде

В интенсивно осушенной зоне приканалья, прослеживаются те же тенденции в поступлении с опадом и высвобождении из него элементов питания, что и в целом на межканальной полосе (табл. 6).

Заключение

Исследования характера и темпов изменений биологических и экологических факторов разложения растительного опада в сосняках кустарничково-сфагновых на верховых и сосняках травяно-сфагновых на переходно-низинных торфяных почвах проведены через 20 лет после их мелиорации. В ходе исследований выявлена неоднозначная реакция почв разного генезиса на осушение. Специфичность свойств верховых торфяных почв, мало изменяющихся при гидромелиорации, является причиной формирования в них крайне бедных и мало активных микробных сообществ, неспособных осуществлять глубокую деструкцию органического вещества. На объектах слабого и интенсивного осушения в первый год разложения растительного опада размеры высвобождения из него азота и зольных элементов одинаково низкие. Недостаток доступных источников питания может быть одной из основных причин слабого лесоводственного эффекта мелиорации почв с верховой залежью торфа в среднетаежной подзоне Карелии.

На более богатых переходно-низинных торфяных почвах в сосняках травяно-сфагновых с растительным опадом поступает ощутимо больше азота и зольных элементов, чем на верховых. Вместе с тем в результате осушения почвы и изменений структуры фитоценоза в опаде заметно увеличивается доля труднорастворимых древесных остатков, развитие почвенного микробного ценоза идет по пути наращивания численности актиномицетов, микромицетов и миксобактерий, способных производить их деструкцию. В сравнении с неосушенным объектом темпы высвобождения основных элементов питания из свежего опада в осушенном сосняке замедляются, размеры поступления их в почву снижаются, но остаются значительно более высокими, чем в сосняках кустарничково-сфагновых. Лесоводственные показатели свидетельствуют о соответствии питательного режима осушенной почвы потребностям древостоя в элементах минерального питания.

Л и т е р а т у р а

1. Козловская Л.С., Медведева В.М., Пьявченко Н.И. Динамика органического вещества в процессе торфообразования. Л.: Наука, 1978. 172 с.
2. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. Изд-во МГУ. 1970. 487 с.
3. Бухман В.А. Изменение агрохимических свойств и плодородия торфяно-болотных почв Карелии при их освоении // Петрозаводск, 1958. С.27–52 (Тр.Карел.фил. АН СССР; Вып. IX).

4. *Ефимов В.Н.* Торфяные почвы и их плодородие. Л.: Агропромиздат. 1986. 264 с.
5. *Ефремова Т.Т.* Формирование почв при естественном облесении осушенных болот. Новосибирск. Наука. 1975. 125 с.
6. *Морозова Р.М.* Влияние мелиорации на свойства болотных почв // Антропогенная динамика почв таежных экосистем. Петрозаводск: Карелия, 1992. С.88–173.
7. *Переверзев В.Н.* Влияние окультуривания на изменение химического состава и агрохимических свойств болотных почв в Мурманской области // Почвоведение. 1963. № 5. С.41–52.
8. *Беликова Н.М.* Распад органического вещества торфообразователей // Тр.Ин-та торфа. 1934, 14. С.120–173.
9. *Кондратьев Е.В., Костина М.И.* Воспроизведение торфообразовательного процесса в искусственных условиях // Сообщ. о научных работах членов Всесоюз. хим. об-ва. М.: Изд-во АН СССР. 1955. Вып.1. С.26–31.
10. *Лукошко Е.С., Раковский В.Е.* Влияние отдельных факторов на разложение растений-торфообразователей в торфогенном слое // Химия и генезис торфа и сфагнелей. Минск: Изд-во АН БССР, 1962. С.3–10.
11. *Раковский В.Е., Пигулевская Л.В.* Химия и генезис торфа. М.: Недра, 1978. 232 с.
12. *Румянцева Л.А.* Относительные скорости разложения целлюлозы различного происхождения // Микробиология, 1939. Т.8, вып.5. С.571–583.
13. *Сивочуб О.А.* Разложение сфагновых мхов чистыми культурами грибов // Вестник ЛГУ. Биология, 1972, № 3, вып.1. С.157–158.
14. *Загуральская Л.М.* Микробиологические и биохимические свойства торфяных почв южной Карелии // Стационарное изучение болот и заболоченных лесов в связи с мелиорацией. Петрозаводск: Изд-во КФ АН СССР. 1977. С.88–104.
15. *Германова Н.И., Саковец В.И.* Почвенно-биологические процессы в осушенных лесах Карелии. Петрозаводск. 2004. 188 с.