

пигментной системы. Этим, возможно, обуславливается фотосинтетическая активность единицы хлорофилла, что, в свою очередь, влияет на накопление в растении ассимилятов, рост и продуктивность сосны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Баряхтенова Л. А., Николаевский В.С. Влияние сернистого газа на фотосинтез растений. - Новосибирск: Наука, 1988. - 86 с. [2]. Влияние промышленных загрязнений на сезонные изменения содержания хлорофилла в хвое сосны обыкновенной / А.А. Кривошеева, С.А. Шавнин, В.А. Калинин, П.С. Венедиктов // Физиология растений. - 1991. - Т. 38, вып. 1. - С.163-168. [3]. Гетко Н. В. Растения в техногенной среде. - Минск: Наука и техника, 1989. - 208 с. [4]. Гирс Г. И. Физиология ослабленного дерева. - Новосибирск: Наука, 1982. - 255 с. [5]. Гюббенет Е.Р. Растение и хлорофилл. - М., Л.: Изд-во АН СССР, 1951. - 247 с. [6]. Характеристика фотосинтетического аппарата жизнеспособных хлорофилльных мутантов гороха / С.А. Гостимский, Т. Е. Кренделева, Г.П. Кухарских и др. // Физиология растений. - 1991. - Т. 38, вып. 1. - С. 31 - 39. [7]. Шлык А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // Биологические методы в физиологии растений. - М.: Наука, 1971. - С. 154 - 170. [8]. Anderson J.M., Anderson B. The architecture of photosynthetic membranes: lateral and transverse organization. - TIBS. - 1982. - N 7. - P. 288. [9]. Thornber J. P., Markwell J. B., Reimann S. Plant chlorophyllprotein complexes : recent advances // Photochem. Photobiol. - 1979. - Vol. 29 , N 6. - P. 1205. [10]. Zuber H. Structure and function of light-harvesting complexes and their polypeptides // Photochem. Photobiol. - 1985. - Vol. 42 , N 6. - P. 821.

Поступила 8 июля 1996 г.

УДК 630*385.1:630*232:504.38.055:551.536.4

В.И. САКОВЕЦ, В.А. МАТЮШКИН

Институт леса Карельского НЦ РАН



Саковец Владимир Иванович родился в 1947 г., окончил в 1970 г. Белорусский технологический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией лесоведения и лесоводства Института леса Карельского НЦ РАН. Имеет 50 печатных работ в области лесоводства, гидролесомелиорации, лесной экологии.

Матюшкин Василий Алексеевич родился в 1946 г., окончил в 1976 г. Ленинградскую лесотехническую академию, младший научный сотрудник, главный инженер лесного хозяйства Института леса Карельского НЦ РАН. Основные направления научной работы: лесоводство, гидроресомелиорация, лесная экология.



УГЛЕРОДНЫЙ БАЛАНС В СВЯЗИ С ВЕДЕНИЕМ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА НА ТОРФЯНИКАХ КАРЕЛИИ

Рассмотрена динамика углеродного баланса в связи с проведением комплекса лесохозяйственных мероприятий в условиях Карелии. Установлено, что при осушении осоково-сфагнового болота и создании лесных культур с последующим внесением минеральных удобрений запасы углерода значительно увеличиваются в фитомассе растительности, в то же время происходит некоторое уменьшение его в торфяной залежи. В целом в биогеоценозе углеродный баланс положителен.

The dynamics of carbon balance in connection with the complex of forestry activities under conditions of Karelia has been considered. It has been stated that when reclaiming sedge-sphagnum bog and establishing artificial forest crops with further application of mineral fertilizers, carbon stocks significantly increase in vegetation phytomass, at the same time there occurs some decrease of carbon in peat deposits. On the whole, carbon balance in biogeocenosis is positive.

В Карелии в 60–80-е гг. болотные экосистемы широко вовлекались в лесохозяйственное освоение. В настоящее время осушено около 750 тыс. га болот и заболоченных лесов (13,9 % от их общей площади). Лесные культуры созданы на площади 70 тыс. га. Удобрения вносили только на опытных объектах осушенных лесов. Эти мероприятия широко проводились на Северо-Западе России, в Финляндии, Скандинавских странах, и выявление их роли в биосферных процессах бореального климата является актуальнейшей проблемой в период глобального потепления климата планеты. Сведения о влиянии лесохозяйственных воздействий на биосферные процессы в лесоболотных экосистемах многочисленны и нуждаются в уточнении.

В данной работе рассмотрено влияние комплекса лесохозяйственных мероприятий (осушение, создание лесных культур, внесение ми-

неральных удобрений) на содержание углекислого газа в атмосфере. Исследования проводили в южной части Карелии (61°48' с.ш. и 33°35' в.д.). В качестве объекта был выбран болотный массив осоково-сфагнового болота, большая часть которого осушена в 1970 г., расстояние между осушителями 160 м. Заложено три опытных участка: 1 – на неосушенной части болотного массива; 2 – в лесных культурах на осушенной части; 3 – в лесных культурах на осушенной части с внесением минеральных удобрений. Культуры сосны созданы в 1972 г. Почва подготовлена путем бороздования, расстояние между бороздами 5...6 м, их глубина 40...50 см. В 1987 г. на части площади проведена подкормка $N_{75}P_{125}K_{75}$ по д.в. В качестве удобрений использованы карбамид, двойной суперфосфат и хлористый калий. В этом году средняя высота культур составила 5 м, густота 3 тыс. шт./га, запас 33 м³/га. Выбор лесных культур в качестве объекта наблюдений обеспечил однородность древостоя по возрасту и условиям местообитания, что имело большое значение для сравнения вариантов.

Влияние минеральных удобрений на рост лесных культур и динамику накопления органического вещества изучали до внесения удобрений и через 8 лет после подкормки. На неосушенной части болотного массива фитомассу напочвенной растительности определяли только один раз в 1993 г.

При сборе и обработке материала использовали методические рекомендации по изучению запасов органического вещества [4, 5]. Модельные деревья среднего диаметра (10 шт. в каждом варианте) отбирали в конце августа 1986 и 1994 гг. Фитомассу напочвенного покрова учитывали в июле методом укосов на 40 площадках по 0,25 м². Содержание углерода С во всех фракциях древостоя, напочвенного покрова и торфяной залежи определяли методом мокрого сжигания по Тюрину [1]. Изменение запаса органического вещества, в том числе углерода, в торфе под воздействием лесохозяйственного освоения болотного массива изучали по 10-сантиметровым горизонтам торфяной залежи через плотность. Осадка выражается изменением толщины торфяной залежи между вариантами. Различие в массе торфяной залежи неосушенного и освоенного участков дает возможность судить о ее «сработке», увеличении или стабилизации. Запас углерода в почвенно-грунтовых водах рассчитывали через запас воды в торфяной залежи и его концентрации. Запасы воды в нижних горизонтах, где торф находится в постоянном подтоплении, определяли через полную влагоемкость по формуле И.М. Нестеренко [3], разработанной для юга Карелии; в горизонте выше среднего многолетнего уровня почвенно-грунтовых вод – по влажности торфа, найденной весовым методом.

Результаты исследований показывают, что уже в первые годы после подкормки увеличивается прирост древесного яруса в высоту и по диаметру. Текущее изменение запаса чистых культур сосны за 8 лет составило в варианте с удобрениями 64, без них 40 м³/га, т. е. за счет удобрений получен дополнительный прирост древесины 24 м³/га (табл. 1.).

Таблица 1

Год наблюдений	Вариант опыта	Средние		Густота, тыс. шт./га	Полнота		Запас, м ³ /га
		H, м	D, см		абсолютная, м ² /га	относительная	
1986	Неудобренный	4,9	6,5	2967	10,3	0,50	32
	N ₇₅ P ₁₂₅ K ₇₅	5,0	6,5	3090	10,5	0,50	34
1994	Неудобренный	7,1	8,6	2771	16,7	0,70	72
	N ₇₅ P ₁₂₅ K ₇₅	8,6	10,1	2555	20,5	0,84	98

Наиболее полное представление об изменениях в болотном фитоценозе под влиянием лесохозяйственного освоения дает изучение фитомассы, в том числе углерода. Фитоценоз неосушенного болота находится в стабильном состоянии. Его фитомасса во времени изменяется незначительно и зависит от метеоусловий текущего и предыдущего годов, тогда как на осушенном участке после создания культур и внесения удобрений меняются условия местопроизрастания и происходят существенные изменения в фитоценозе. На неосушенной части болотного массива всю фитомассу составляет напочвенный покров. Создание культур приводит к образованию древесного яруса, доля которого в фитомассе фитоценоза со временем возрастает. Проведение подкормки положительно влияет на увеличение запасов углерода в фитомассе древесного яруса. В целом его запасы в фитомассе фитоценоза, образовавшегося после осушения и создания культур, в настоящее время в 6 раз больше, чем в фитомассе неосушенного; при внесении удобрений эта разница возрастает до 7,7 раза. Запас составляет соответственно 6,2; 33,2 и 47,2 т/га (табл. 2).

Как показали расчеты, запас углерода в годичном приросте фитомассы культур в 1,9 раза больше, чем на неосушенном болоте; при внесении удобрений эта разница увеличивается до 2,2 раза. Запас углерода составляет соответственно 2,4; 4,3 и 5,7 т/га. На неосушенном болоте годичный прирост складывается из прироста напочвенного покрова и в условиях сбалансированной системы равен опад [2]. В лесных культурах основная масса годичного прироста приходится на надземную часть древостоя (64,4...76,4 %) – кора, древесина стволов и сучьев. Запас углерода, поступающего с опадом в почву, на всех трех участках приблизительно составляет 2,4...2,8 т/га. На неосушенном болоте в опад поступают отмирающие травы, их корневые системы, мхи, основная масса которых в тот же год разлагается, а остатки консервируются.

На участках лесных культур опад хвои и сучьев разлагается значительно медленнее (3-4 года), на поверхности образуется слой слабо разложившихся остатков, лесная подстилка.

К отрицательным последствиям лесохозяйственного освоения болот следует отнести сработку торфяной залежи. Сведения об этом процессе немногочисленны и противоречивы. Для определения изменения запасов углерода в торфяной залежи за период, прошедший после

Таблица 2

Компоненты биогеоценоза	Лесные культуры на осушенном болоте		Неосу- шенное болото	Углерод по отношению к неосушенному болоту (прибыль(+), убыль(-))	
	удобренные	неудобренные		Осушенный удобренный	Осушенный неудобренный
Фитомасса	<u>88,5</u>	<u>71,6</u>	<u>12,3</u>	+41,0	+27,0
биоценоза	47,2	33,2	6,2		
В том числе	<u>85,4</u>	<u>64,9</u>	—	+45,5	+30,4
древостой	45,5	30,4			
Напочвенный	<u>3,1</u>	<u>6,7</u>	<u>12,3</u>	-4,5	-3,4
покров	1,7	2,8	6,2		
Лесная под- стилка	<u>9,9</u>	<u>7,8</u>	—	+5,2	+4,1
	5,2	4,1			
Очес	—	—	<u>8,6</u>	-3,7	-3,7
			3,7		
Торфяная	<u>915,5</u>	<u>919,3</u>	<u>939,5</u>	-10,7	-9,0
залежь	408,3	410	419		
Почвенно- грунтовая	<u>0,8</u>	<u>0,8</u>	<u>1,4</u>	-0,3	-0,3
вода	0,4	0,4	0,7		
Итого	<u>1014,7</u>	<u>99,5</u>	<u>961,8</u>	+31,5	+18,1
	461,1	447,2	429,5		

Примечание. В числителе запас органического вещества, в знаменателе – углерода, т/га.

осушения и создания лесных культур, особенно важен выбор участков, идентичных по основным почвенным показателям. Сравнительный анализ данных почвенного разреза, заложенного на неосушенной части болотного массива в 1993 г., с данными исследований в год создания лесных культур показал, что почвы близки по строению торфяной залежи, ботаническому составу, степени разложения торфа и механическому составу подстилающих пород. Торфяная залежь мощностью 1,2 м до глубины 20...25 см сложена слабо разложившимися сфагновыми торфами с зольностью 2...4 %, глубже – хорошо разложившимися осоково-сфагновыми торфами с зольностью 5,5...7,0 %.

Осушение и подготовка почвы под лесные культуры существенно повлияли на структуру торфяной залежи. Произошла значительная осадка торфа (20...22 см) как физическая, так и за счет выноса органического вещества и минерализации торфа. Плотность верхних слоев торфа возросла в 1,8 – 2,0 раза. Но особенно значительное увеличение плотности и зольности произошло на пластах, где при нарезке борозд верхний слой торфа запахивался вглубь, а более плотные и зольные слои извлекались на поверхность. Это привело к усилению процессов минерализации торфа, а соответственно, и к его сработке. Несмотря на увеличение плотности торфа, запас углерода в торфяной залежи под лесными культурами на 9,0, а на участке с внесением удобрений на 10,7 т/га меньше, чем на неосушенном болоте.

Полученные данные гидрохимического анализа позволяют сделать вывод об увеличении концентрации органического углерода в почвенно-грунтовых водах в связи с осушением в среднем до 63,4 мг/л, т.е. в 1,2 – 1,5 раза. В то же время понижение уровня почвенно-грунтовых вод после гидроресомелиорации обусловило резкое уменьшение запасов воды в торфяной залежи и углерода в почвенно-грунтовых водах.

Обобщая результаты исследований, можно сделать вывод, что лесохозяйственное освоение болотного массива приводит к увеличению запасов углерода в биогеоценозе: этот процесс усиливается при внесении минеральных удобрений. При этом происходит перераспределение углерода по компонентам биогеоценоза, значительно возрастает доля его в фитомассе и уменьшается в торфяной залежи.

С точки зрения биосферной роли такое перераспределение нельзя считать положительным фактором, так как сроки депонирования углерода в фитомассе и торфяной залежи различны. Углерод торфяной залежи исключается из круговорота в естественном состоянии болот на тысячелетия, а углерод фитомассы – не более чем на столетие.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. - М.: МГУ, 1970. - 487 с. [2]. Елина Г.А., Кузнецов О.Л., Максимов А.И. Структурно-функциональная организация и динамика болотных экосистем Карелии. - Л.: Наука, 1984. - 128 с. [3]. Нестеренко И.М. Мелиорация земель Европейского Севера СССР. - Л.: Наука, 1979. - 360 с. [4]. Поздняков Л.К. Лесное ресурсоведение. - Новосибирск: Наука, 1973. - 120 с. [5]. Родин Л.Е., Ремезов Н.П., Базилевич Н.И. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. - Л.: Наука, 1968. - 140 с.

Поступила 28 июня 1996 г.