



УДК 502.7:504.53.052(477.41/.42)

О.В. Бельская
O.V. Belskaya

ОСОБЕННОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ ¹³⁷Cs ПОД ЛИШАЙНИКОВЫМ ПОКРОВОМ В ПОЛЕСКОМ ПРИРОДНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

THE FEATURES OF FOREST LITTER CONTAMINATION
BY ¹³⁷Cs UNDER LICHEN COVER IN THE POLESYE NATURE RESERVE

Ключевые слова: лишайники, лишенофлора, лесная подстилка, радиоцезий, удельная активность, сухие боры, свежие боры.

Keywords: lichens, lichenoflora, forest litter, radiocesium, specific activity, dry pine forests, fresh pine forests.

Лишайники как пионеры растительности способны влиять на субстрат произрастания, изменять его биохимический состав и действовать деструктивно. Цель – определить влияние лишайников на разложение лесной подстилки и распределение в ней ¹³⁷Cs. Исследования проводились на 11 пробных площадках, расположенных в трех лесничествах заповедника. Пробные площади были заложены в сухих и свежих сосновых насаждениях с эпигейной лишенофлорой, для контроля пробные площади закладывали в сухих сосняках без живого напочвенного покрова и в свежих сосняках с незначительным распространением мхов и черники (до 35%). Отбор проб и их анализ проводились по общепринятым методикам. Толщина лесной подстилки пробных площадей непосредственно зависит от характеристик древостоя и живого напочвенного покрова, под лишайниками она не превышает 1 см. Скорость разложения лесной подстилки под эпигейной лишенофлорой больше, чем в насаждениях без лишайникового покрова, что показывает разница опадо-подстилочных коэффициентов от 0,5 в сухих борах до 3 в свежих. На скорость выщелачивания ¹³⁷Cs из опада влияет равномерность распространения лишайников по площади. В сухих борах при проективном покрытии грунта 85% в лесной подстилке находится 6,8% радионуклидов, а при 95% – 2,7%. В свежих борах, соответственно, при 85% в лесной подстилке находится 12,1% радионуклидов грунта, а при 95% – 5,5%. Содержание и распределение радиоцезия в лесной подстилке показывают, что высвобождение радионуклидов из опада под лишайниками проходит быстрее и максимальная удельная активность ¹³⁷Cs (более 45%) концентрируется в разложившейся фракции. Наименьшее загрязнение имеет неразложившаяся часть (до 6,5%).

Lichens, as flora pioneers, are able to affect the growth substrate changing its biochemical composition and act destructively. The research goal was to reveal the effect of lichens on forest litter decay and the distribution of ¹³⁷Cs in it. The studies were conducted on 11 sample plots located in three forest districts of the Reserve. The sample plots were established in dry and fresh pine forests with ground lichenoflora; the control plots were located in dry pine forests without live ground cover and in fresh pine forests with little spread of moss and blueberry (up to 35%). The samples were taken and tested according to the conventional methods. The forest litter thickness of the sample plots is directly related to the characteristics of the tree stand and ground cover, and it does not exceed 1 cm under the lichens. The rate of the forest litter decay under the ground lichenoflora is higher than that in the stands without lichen cover which is shown through the difference of litter coefficient from 0.5 in dry pine forests to 3 in fresh pine forests. The rate of leaching of ¹³⁷Cs from the litter is affected by the uniformity of the lichens spread over the area. In dry pine forests with the soil projective cover of 85% there are 6.8% of the radionuclides in the forest litter, and of 95% – 2.7%. In fresh pine forests, respectively, with the soil projective cover of 85% there are 12.1% of soil radionuclides, and of 95% – 5.5%. The content and distribution of radiocesium in the forest litter shows that the release of radionuclides from the litter under the lichens goes faster, and the maximum specific activity of ¹³⁷Cs (more than 45%) is concentrated in the decayed fraction. The non-decayed part is of the lowest contamination (up to 6.5%).

Бельская Ольга Валерьевна, ассист., Житомирский национальный агроэкологический университет, Украина. E-mail: olucky@i.ua.

Belskaya Olga Valeryevna, Asst., Zhitomir National Agro-Ecologic University, Ukraine. E-mail: olucky@i.ua.

Введение

Вследствие аварии на Чернобыльской атомной электростанции территория Полеского природного заповедника попала под радиоактивное загрязнение.

Среди насаждений заповедника большой интерес вызывают сухие и свежие боры, довольно распространенные среди лесных массивов. Данные насаждения расположены на песчаных грядках и дюнах и представляют неповторимый живописный ландшафт полеской

природы. В большинстве живой напочвенный покров таких насаждений состоит из лишайников рода *Cladonia* либо полностью отсутствует.

Известно, что растительный покров почвы имеет значительное влияние на разложение лесной подстилки. Лишайники как пионеры растительности способны влиять на субстрат произрастания, изменять его биохимический состав и действовать деструктивно [1]. В результате, их влияние на разложение опада и, вследствие этого, на распределение в лесной подстилке радионуклидов должно отличаться от насаждений с другим составом живого напочвенного покрова. Цель – определить влияние лишайников на разложение лесной подстилки и распределение в ней ¹³⁷Cs.

Объекты и методы

При исследовании особенностей разложения лесной подстилки под эпигейной лишайнофлорой и распределения в ней ¹³⁷Cs использовались методы сравнительной экологии [2].

Пробные площади были заложены в сухих и свежих сосновых насаждениях с эпигейной лишайнофлорой в составе живого напочвенного покрова. Для контроля закладывали пробные площади в выделах сухих сосняков без живого напочвенного покрова и в свежих сосняках с незначительным распространением по площади мохово-черничной растительности (до 35%).

Отбор образцов для спектрометрических исследований проводили согласно общепринятым методикам и инструкциям [3].

Проективное покрытие и запас фитомассы живого напочвенного покрова определяли, закладывая методом конверта 5 площадок размером 1 м², и с помощью сетки Л.Г. Раменского подсчитывали процент покрытой лишайниками площади. Для определения запаса живого напочвенного покрова на этих

же участках собирали лишайники, отбирали лесную подстилку и опад. Лесную подстилку делили на фракции ситовым методом, определяя неразложившуюся, полуразложившуюся и разложившуюся [4, 5].

Оценку биологической продуктивности древесной фитомассы проводили комплексным методом [6].

Спектрометрические исследования осуществляли с помощью гамма-спектрометрического анализатора АПЦ EVT SP-1S с блоком детектирования БДЕГ-20P1 на основе ПК с программным обеспечением АК-1. Диапазон регистрирования 200-2700 кеВ; энергетическое разделение по ¹³⁷Cs – 7,5%; нижняя граница детектирования – 1 Бк/кг. Для спектрометрических исследований все образцы высушивали до воздушно-сухой массы и измельчали для получения однородной массы образцов.

Результаты исследований

Особенностями территории Полесского природного заповедника есть отсутствие рекреационной нагрузки, что позволяет проводить исследования природных процессов разложения лесной подстилки и формирования ее радиоактивного загрязнения, исключая влияние на эти процессы человеческого фактора.

Исследования проводились на 11 пробных площадках, расположенных в трех лесничествах заповедника (табл. 1).

Исследования проводили в приспевающих (от 61 года) и спелых (от 81 года) насаждениях. Поскольку под насаждениями средневековой и выше возрастных групп уже сложился слой многолетнего опада на разных стадиях разложения, возраст древостоя на изучаемые показатели практически не имеет влияния.

Таблица 1

Характеристика древостоев на пробных площадях

№ п/п	Квартал/выдел	Площадь выдела, га	Состав насаждения	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см	Бонитет	ТЛУ	Полнота	Запас, м ³ /га
Селезовское лесничество (Овручский район)										
1	29/12	9,7	9С1Б	80	17	26	II	A ₂	0,6	160
2	27/34	2,4	9С1Б	80	15	24	II	A ₂	0,7	120
11	63/47	0,7	9С1Б	61	9	8	II	A ₂	0,7	90
Копыщанское лесничество (Олевский район)										
3	53/32	2,2	10С	82	14	16	III	A ₁	0,8	210
8	54/26	2,3	10С	95	22	32	III	A ₁	0,3	130
9	54/25	1,3	10С	61	9	10	IV	A ₁	0,9	110
Перганское лесничество (Олевский район)										
4	43/2	1,2	10С	65	9	12	IV	A ₁	0,4	50
5	44/23	2,0	10С+Б	100	22	32	III	A ₂	0,5	200
6	44/4	1,5	10С	95	19	26	III	A ₁	0,5	170
7	44/12	1,3	10С	100	15	30	IV	A ₁	0,6	160
10	44/17	7,0	10С	95	18	28	III	A ₂	0,6	160

Параметры фитоценоза пробных площадей

№ п/п	Живой напочвенный покров			Суммарный запас фитомассы древостоя, кг/га
	преобладающая растительность	проективное покрытие, %	запас, кг/га	
1	Лишайники	85	8458,3	15602
2	Лишайники	95	7142,0	8907
3	Лишайники	95	11129	7010
4	Лишайники	81	2948,2	6430
5	Лишайники	94	8091,8	9070
6	Лишайники	84	2360,7	9540
7	Лишайники	85	2419,1	8450
8	Отсутствует	0	0	4915
9	Отсутствует	0	0	5060
10	Мох, черника	35	950	6100
11	Мох, черника	20	720	8167

В сухих условиях насаждение имеет III-IV класс бонитета, в свежих – II класс бонитета. В живом напочвенном покрове исследуемых насаждений преобладают лишайники, а также среди растительности встречаются мхи *Polytrichum piliferum* Hedw., из высших растений в небольшом количестве произрастает *Festuca ovina* Huds [7]. Для определения влияния лишайников на разложение лесной подстилки и распределение в тех же условиях были отобраны площадки без лишайникового покрова. Данные по запасу и проективному покрытию живого напочвенного покрова пробных площадей приведены в таблице 2.

Лесная подстилка сосновых насаждений выступает в роли временного депо радионуклидов, поскольку период ее разложения часто превышает семилетний период благодаря высокой кислотности растительных остатков и присутствия в них смол. Также сухие условия произрастания ограничивают развитие сапрофитной микрофлоры, способной разлагать органические остатки [8]. Все эти факторы приводят к тому, что в сосновых насаждениях лесная подстилка накапливается на протяжении 7-10 лет и обычно представляет собой многослойную разной степени разложения органическую массу толщиной в несколько сантиметров.

При накоплении лесной подстилки большое значение имеет также напочвенный покров, что произрастает в насаждении. Скорость разложения подстилки напрямую зависит от доли в насаждении как лиственных пород, так и травянистой растительности. В сухих борах на исследуемых пробных площадках среди живого напочвенного покрова преобладают лишайники с проективным покрытием 81-95%.

Особенностью лишайниковых боров Полесского природного заповедника является то, что лишайники часто распространяются не только в сухих условиях местопроизрастания,

но и как частный случай, в свежих, что связано со способностью данных организмов не только легко заселять свободные территории, но и быть конкурентно способными среди других растений. В данных условиях лишайники являются синузиями, находящимися в состоянии сукцессии, которые со временем сменяются другими видами, среди которых будут преобладать мхи. По этой причине исследования охватили не только насаждения с отсутствующим напочвенным покровом, но и с устоявшимися синузиями.

Скорость разложения лесной подстилки можно определить через опадо-подстилочный коэффициент, который представляет соотношение массы лесной подстилки к массе однолетнего опада [9].

Толщина лесной подстилки пробных площадей непосредственно зависит от характеристик древостоя и живого напочвенного покрова. Причем на участках под лишайниками толщина лесной подстилки не превышает 1 см (табл. 3).

По результатам исследований в свежих условиях под лишайниковым покровом (ПП 2,3,6) лесная подстилка разлагается быстрее, по сравнению с сухими условиями (ПП 4,5,7,8). При этом в тех же свежих условиях при отсутствии лишайников (ПП 10,11) лесная подстилка накапливается в больших объемах и, соответственно, дольше разлагается. Разница составляет около 3 единиц. По нашему мнению, именно лишайниковый покров в этих условиях стимулирует ускорение разложения опада, поскольку достаточно высокий класс бонитета в подобных условиях способствует накоплению растительных остатков за счет большего запаса фитомассы.

В сухих условиях разница между опадо-подстилочными коэффициентами в насаждениях как с лишайниковым покровом, так и без покрова незначительная и составляет меньше единицы.

Характеристика лесной подстилки на пробных площадях

№ п/п	Толщина лесной подстилки, см	Масса лесной подстилки, кг/га	Масса опада, кг/га	Опадо-подстилочный коэффициент
1	0,7-1,5	32650	4415	7,4
2	0,5-1,0	26530	3552	7,5
3	0,5-0,7	19837	2575	7,7
4	0,5-1,0	23265	2977	7,8
5	0,5-1,0	25292	3380	7,5
6	0,5-1,0	27200	3540	7,7
7	0,5-1,0	25670	3250	7,9
8	1,0-1,5	15510	1890	8,2
9	1,0-1,5	17500	2108	8,3
10	3,0-5,0	45345	4299	10,8
11	3,0-5,0	51911	4945	10,5

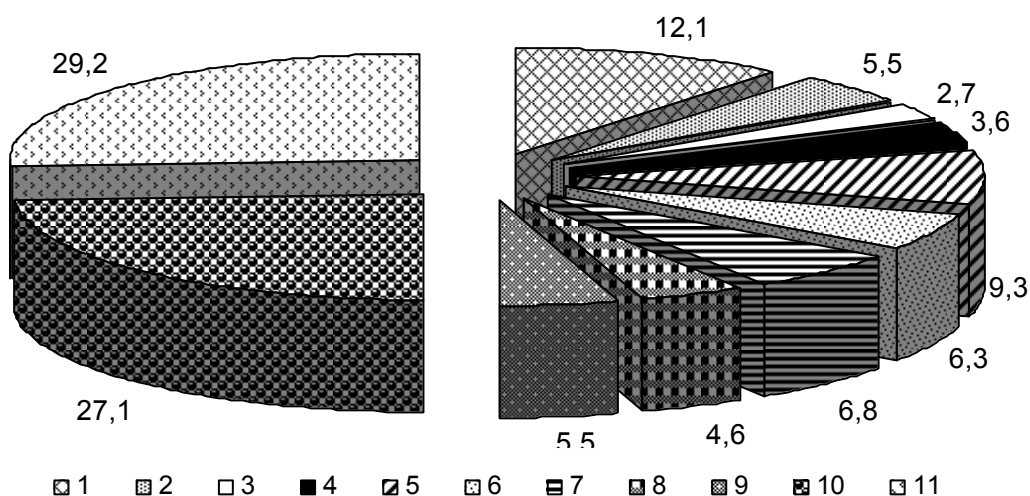


Рис. 1. Процентное содержание ¹³⁷Cs в лесной подстилке пробных площадей

Влияние лишайникового покрова на разложение растительного опада отображается и на распределении в лесной подстилке радиоцезия. Исследования показали, что в процентном соотношении содержания ¹³⁷Cs между лесной подстилкой и грунтом под лишайниковым покровом удельная активность радионуклидов практически в два раза ниже, чем на участках без эпигейной лишайнофлоры (рис. 1).

В результате исследований установлено, что на скорость выщелачивания ¹³⁷Cs из опада влияет, в первую очередь, равномерность распространения лишайников по площади. В результате, в сухих борах при проекционном покрытии грунта лишайниками 85% в лесной подстилке находится 6,8% радионуклидов грунта, а при проективном покрытии 95% – 2,7%. В свежих борах при проективном покрытии грунта лишайниками 85% в лесной подстилке находится 12,1% радионуклидов грунта, а при проективном покрытии 95% – 5,5%. Поскольку запас лишайников зависит от видового состава, возраста и высоты таллома, исследования показывают, что его влияние на распределение радионуклидов можно

рассматривать исходя из вышеперечисленных показателей. Потому, на наш взгляд, проективное покрытие является более репрезентативным.

Содержание радионуклидов на площадках без покрова (в условиях А₁) и с мохово-черничным покровом (в условиях А₂) не имеет такой разницы, что показывает влияние лишайникового покрова на распределение радионуклидов в лесной подстилке. При этом в свежих борах на пробных площадях 10 и 11 содержание радиоцезия значительно превышает насаждения с лишайниковым покровом, что так же указывает на роль лишайников не только в разложении опада, но и в распределении в лесной подстилке радионуклидов.

Это же показывает и распределение радиоцезия в фракциях лесной подстилки (рис. 2). Так, в условиях сухого и свежего бора распределение радионуклидов по фракциям приблизительно одинаковое: наибольшую удельную активность содержит разложившаяся фракция (<1 мм), наименьшую – неразложившаяся. В этих условиях распределение ¹³⁷Cs по фракциям идет равномерно.

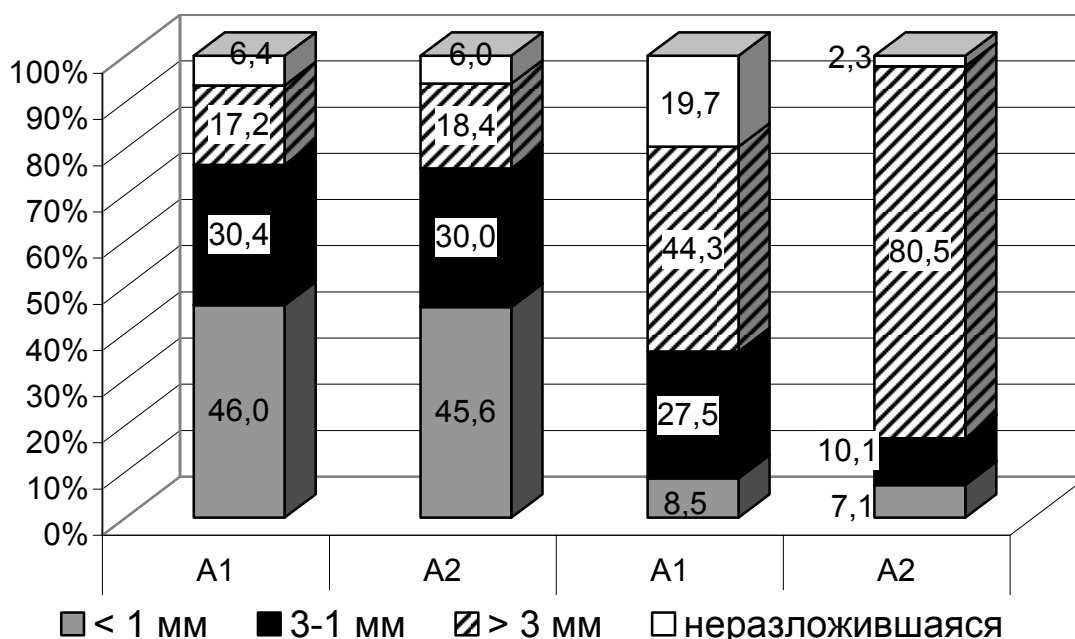


Рис. 2. Распределение активности ¹³⁷Cs в разных фракциях лесной подстилки пробных площадей

На участках без лишайникового покрова наибольшую удельную активность ¹³⁷Cs удерживает полуразложившаяся подстилка, максимум находится именно во фракции >3 мм. Причем, если в условиях А₂ это можно объяснить толщиной лесной подстилки, что вызывает увеличение времени ее разложения и, соответственно, объясняет накопление значительной удельной активности радионуклидов в данной фракции, то относительно условий А₁, где лесная подстилка немногим превышает по толщине исследуемые варианты, максимум накопления ¹³⁷Cs в полуразложившейся подстилке объясняется постепенным переходом радионуклида в процессе разложения опада без участия лишайников.

Именно условия А₁ являются в данном случае более репрезентативными, поскольку запас растительного опада и условия разложения в насаждениях без лишайникового покрова близки к условиям исследуемых экосистем. В результате, в сухих борах без лишайникового покрова наименьшая активность ¹³⁷Cs (8,5%) содержится именно в разложившейся части лесной подстилки, наибольшая – в полуразложившейся фракции более 3 мм. Активность неразложившейся фракции превышает такую же под лишайниками в три раза. Таким образом, очевидно влияние лишайников на высвобождение радионуклидов из растительного опада и увеличение скорости перехода радионуклидов из лесной подстилки в грунт.

Выводы

Лишайниковый покров имеет непосредственное влияние как на разложение расти-

тельного опада, так и на высвобождение из него радионуклидов.

Скорость разложения лесной подстилки под эпигейной лишайнофлорой больше, чем в насаждениях без лишайникового покрова, что показывает разница опадо-подстилочных коэффициентов от 0,5 в сухих борах до 3 в свежих.

Содержание и распределение радиоцезия в лесной подстилке показывают, что высвобождение радионуклидов из опада под лишайниками проходит быстрее и максимальная удельная активность ¹³⁷Cs (более 45%) концентрируется в разложившейся фракции. Наименьшее загрязнение имеет неразложившаяся часть (до 6,5%).

Библиографический список

1. Окснер А.М. Флора лишайників України: в 2 т. – Киев: Вид-во АН УРСР, 1956. – Т. 1. – 495 с.
2. Программа и методика биогеоценологических исследований / отв. ред. Н.В. Дылис. – 1974. – 403 с.
3. Інструкція з відбору та підготовки зразків для радіометричного контролю продукції лісового господарства. – Київ, 1998. – 78 с.
4. Богатырев Л.Г. Генезис лесных подстилок в различных природных зонах европейской части России // Лесоведение. – 1995. – № 4. – С. 3-12.
5. Ведрова Э.Ф. Разложение органического вещества лесных подстилок // Почвоведение. – 1997. – № 2. – С. 216-223.
6. Лакида П.І. Фітомаса лісів України: монографія. – Тернопіль: Збруч, 2001. – 256 с.

7. Васенков Г.И., Бельська О.В. Розподіл активності ^{137}Cs у нижньому ярусі сосново-лишайникового типу лісу // Вісник ДАУ. – 2003. – № 1. – С. 58-66.

8. Добровольский Г.В., Карпачевский Л.О. Роль почвы в лесных биогеоценозах: доклад на XII ежегодном чтении памяти акад. В.Н. Сукачева. – М.: Наука, 1995. – 52 с.

9. Карпачевский Л.О. Лес и лесные почвы. – М.: Лесн. пром-сть, 1981. – 261 с.

References

1. Oksner A.M. Flora lyshajnykiv Ukraïny. V 2-h t. – T. 1. – K.: Vyd-vo AN URSSR, 1956. – 495 s.

2. Programma i metodika biogeotsenologicheskikh issledovaniï / otv. red. N.V. Dylis. – M., 1974. – 403 s.

3. Instrukciya z vidboru ta pidgotovky zrazkiv dlja radiometrychnogo kontrolju produkciï liso-vogo gospodarstva. – Kyiv, 1998. – 78 s.

4. Bogatyrev L.G. Genezis lesnykh podstilok v razlichnykh prirodnykh zonakh evropeiskoi chasti Rossii // Lesovedenie. – 1995. – № 4. – S. 3-12.

5. Vedrova E.F. Razlozhenie organicheskogo veshchestva lesnykh podstilok // Pochvovedenie. – 1997. – № 2. – S. 216-223.

6. Lakyda P.I. Fitomasa lisiv Ukraïny. Monografija. – Ternopil': Zbruch, 2001. – 256 s.

7. Vasenkov G.I., Bjel's'ka O.V. Rozpodil aktyvnosti ^{137}Ss u nyzhn'omu jarusi sosnovolyshajnykovogo typu lisu // Visnyk DAU. – 2003. – № 1. – S. 58-66.

8. Dobrovol'skii G.V., Karpachevskii L.O. Rol' pochvy v lesnykh biogeotsenozakh. Doklad na XII ezhegodnom chtenii pamyati akad. V.N. Sukacheva. – M.: Nauka, 1995. – 52 s.

9. Karpachevskii L.O. Les i lesnye pochvy. – M.: Lesn. prom-st', 1981. – 261 s.

