

2. ЕКОЛОГІЯ ТА ДОВКІЛЛЯ

УДК 551.521 Проф. В.П. Краснов, д-р с.-г. наук; доц. Т.В. Курбет, канд. с.-г. наук;
ст. викл. М.Б. Корбут, канд. техн. наук – Житомирський ДТУ;
директор О.Л. Бойко, канд. с.-г. наук

РОЗПОДІЛ ^{137}Cs У ҐРУНТАХ МЕЗООЛІГОТРОФНИХ БОЛІТ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Представлено результати вивчення розподілу ^{137}Cs у торф'яно-болотних ґрунтах мезооліготрофних боліт. Для обґрунтування встановлених закономірностей використано показники: питома і сумарна (валова) активність радіонуклідів у шарі очосу та торфу. Показано, що обидва показники мають найбільші значення у шарі очосу на глибині 15-20 см. Визначено, що в очосі міститься 62,2 % від сумарної активності ^{137}Cs у ґрунті. Зроблено висновок про значне заглиблення радіонуклідів у ґрунті та поступове виведення його за межі коренезаселеного шару, що може з часом призвести до зниження темпів його надходження до рослин.

Ключові слова: радіонукліди, радіоактивне забруднення ґрунту, питома активність радіонуклідів, лісові насадження, торф'яно-болотні ґрунти.

Вступ. У різні періоди з часу аварії на ЧАЕС дослідники вивчали міграцію радіонуклідів у ґрунтах різних типів лісорослинних умов. Головним чином досліджували ґрунти автоморфних ландшафтів і значно менше гідроморфних, особливо оліготрофних і мезотрофних боліт, які поширені у Поліссі України. Пояснюється це складністю проведення подібних досліджень.

Переважно досліджували темпи перерозподілу радіонуклідів у торфових ґрунтах. Так, шведські вчені [7], після вивчення вертикальної міграції ^{137}Cs у різних типах непорушених ґрунтів, зробили висновок, що і через 8 років після Чорнобильської аварії 50-92 % активності радіонуклідів знаходилося у верхньому 5-сантиметровому шарі ґрунту. Значно інтенсивнішою була вертикальна міграція радіонуклідів у торфових ґрунтах, де його виявлено глибше 50 см. Через 15 років після аварії на ЧАЕС вивчали вертикальну міграцію ^{137}Cs у торфах оліготрофних, мезотрофних та евтрофних боліт Брянської обл. Дослідники констатували, що на низинних болотах до 60 % запасу ^{137}Cs , від його валового запасу у ґрунті, знаходилося у верхньому 5-сантиметровому шарі, а 40 % мігрувало до глибини 20 см [5]. У Західному Поліссі України вивчено розподіл валового запасу ^{137}Cs на відкритих площах болотного масиву "Сира Погоня" [1]. Дослідники встановили значне заглиблення радіонуклідів у торф'яно-болотному ґрунті.

Загалом більшість дослідників наголошували, що саме на болотах спостерігається максимальна інтенсивність вертикальної міграції ^{137}Cs та ^{90}Sr у ґрунті, значний вміст мобільних форм ^{137}Cs у коренезаселеному його шарі, міграція ^{137}Cs у ґрунтово-рослинному покриві відбувається значно інтенсивніше порівняно з ґрунтами автоморфних ландшафтів [2, 3, 5, 6].

Об'єкти та методика досліджень. Дослідження проведено у 2012 р. на постійній пробній площі (ППП), яку закладено у 1991 р. на території ДП "Словечанське ЛП" Житомирської обл., з метою вивчення перерозподілу ^{137}Cs у ком-

понентах біогеоценозу на мезооліготрофному болоті. Розмір пробної площі 1 га (100×100 м).

Склад насадження на ППП – 10 С, його вік – 60 років та повнота 0,4 (середня висота – 4 м і діаметр – 16 см). Підріст представлений поодинокими пригніченими 3-5-річними екземплярами сосни звичайної. Трав'яно-чагарничковий ярус – середньогустий, з проективним покриттям 50-55 %. Основну роль у його формуванні відіграють: пухівка піхвова (*Eriophorum vaginatum* L.) – 20-25 %; журавлина болотна (*Oxycoccus palustris* Pers.) – 15-20 %; андромеда багатоліста (*Andromeda polifolia* L.) – 1-3 %; багно болотне (*Ledum palustre* L.) – 5-8 %; рясичка круглолиста (*Drosera rotundifolia* L.) – 3-5 %; буяхи (*Vaccinium uliginosum* L.) – 3-5 %.

Моховий ярус – суцільний, щільний, рівномірний, з проективним покриттям 95-98 %. Співдомінували в ньому: сфагн сумнівний (*Sphagnum fallax* Klinggr. – 40 %; сфагн магелланський (*Sphagnum magellanicum* Brid.) – 45 %; зоулін льон прямий (*Polytrichum strictum* L.) – 5-10 %. Лишайниковий ярус представлений виключно епіфітним під'ярусом на корі стовбурів сосни і складається з псевдевернії мохнатої (*Pseudevernia furfuracea*) та гіпогімнії здутої (*Hypogymnia physodes*).

Ярус макроміцетів відзначався багатством видового складу, особливо на купинах: гіфолома сіра (*Hypholoma udum*); павутинник буріючий (*Cortinarius fulvescens*); павутинник сфагновий (*Cortinarius sphagneti*); хрящ-молочник гіркий (*Lactarius helvus*); хрящ-молочник гіркушка (*Lactarius rufus*); хрящ-молочник сфагновий (*Lactarius sphagneti*); свинушка тонка (*Paxillus involutus*); сиріжка блювотна (*Russula emetica*); кантарелула зонтична (*Cantharellula umbonata*); моховик жовто-бурий (*Suillus variegatus*). На постійній пробній площі сформований ценоз: сосняк журавлиново-пухівково-сфагновий. Тип лісорослинних умов: мокрий бір (А5).

Лісова підстилка нерозкладена знаходиться на поверхні сфагнового покриву і складається переважно зі шпилькового опаду сосни. Аналогом лісової підстилки напіврозкладеної та розкладеної є очіс – рештки переважно сфагнових мохів. Загальна потужність очосу в середньому становить 30 см. Нижче залягає торф: мезооліготрофний, зі ступенем розкладу 15-17 %. Відбір зразків ґрунту проводили за допомогою спеціального торфового бура Гіллера, який не порушує щільність ґрунту та стратиграфічну будову. Отримували зразки торфу діаметром 5 см, на 5-сантиметрових шарах. Повторюваність зразків з кожного горизонту ґрунту – трьохкратна.

У лабораторних умовах зразки ґрунту висушували до повітряно-сухого стану, розмелювали та гомогенізували на подрібнювачах зразків ПРГ-01Т та ПРП-01. Питому активність ^{137}Cs вимірювали на багатоканальному гамма-спектроаналізаторі імпульсів СЕГ-005-АКП зі сцинтиляційними детекторами БДЕГ-20-Р1 та БДЕГ-20-Р2. Статистичне опрацювання результатів досліджень проводили за загальноприйнятими методами з використанням програмних засобів MS Excel та Statistica.

Результати дослідження та обговорення. Отримані результати свідчать (табл. 1), що 85,7 % від сумарної (валової) активності ^{137}Cs у біогеоценозі

знаходиться у торфовому ґрунті. До нього віднесено очі потужністю 30 см, в якому розташовані кореневі системи рослин і міцелій макроміцетів, і, власне, торф до глибини 30 см. Отже, дотепер товща відмерлих мохів і верхні горизонти торфу, а також вода, яка міститься у цій товщі, визначають радіаційну ситуацію у біогеоценозі мезооліготрофного болота.

Табл. 1. Розподіл сумарної активності ¹³⁷Cs між компонентами біогеоценозу мезооліготрофного болота

Компонент біогеоценозу	Маса компоненту, кг/га	Активність ¹³⁷ Cs, кБк/га	Частка активності ¹³⁷ Cs від екосистеми, %
Деревний ярус	4930,61	13017,0	0,7923
Ярус лишайників	3,52	55,2	0,003
Підріст	6,70	55,6	0,003
Трав'яно-чагарничковий ярус	431,12	1897,4	0,116
Моховий ярус	9743,0	212959,7	12,961
Ярус макроміцетів	8,97	6934,7	0,422
Ґрунт	353310,0	1408182,9	85,703
Всього	–	1643102,4	100,00

На відміну від ґрунтів автоморфних ландшафтів [2], у ґрунті гідроморфного лісового ландшафту вертикальний розподіл сумарної активності ¹³⁷Cs має специфічні риси (табл. 2). Зокрема, відмінність полягає в тому, що на болоті відбулося інтенсивніше заглиблення радіонукліду. Так, найбільшу величину сумарної активності ¹³⁷Cs встановлено у шарі очосу на глибині 15-20 см – 239,8 МБк/га, що становить 17,03 % від активності радіонукліду у торф'янику. Серед торфових горизонтів виділено два шари – шар на глибині 0-5 см, який містить 8,08 % від сумарної активності радіонукліду ґрунту, та шар 20-25 см, який утримує 10,19 % від активності радіонукліду ґрунту.

Табл. 2. Вертикальний розподіл сумарної активності ¹³⁷Cs у ґрунтових шарах торф'яно-болотного ґрунту мокрого бору

Шар ґрунту, глибина	Маса шару ґрунту, кг/га	Питома активність ¹³⁷ Cs, Бк/кг	Сумарна активність ¹³⁷ Cs, МБк/га	Частка сумарної активності ¹³⁷ Cs, %
Лісова підстилка нерозкладена	220	2572 ^{±149}	0,566	0,04
Очіс 0-5 см	5530	16664 ^{±1787}	92,152	6,54
Очіс 5-10 см	6700	14700 ^{±1715}	98,490	6,99
Очіс 10-15 см	8700	19000 ^{±1891}	165,300	11,74
Очіс 15-20 см	11000	21800 ^{±2639}	239,800	17,03
Очіс 20-25 см	13500	11200 ^{±871}	151,200	10,74
Очіс 25-30 см	15000	8600 ^{±278}	129,000	9,16
Торф 0-5 см	17500	6500 ^{±758}	113,750	8,08
Торф 5-10 см	20830	2200 ^{±187}	45,826	3,25
Торф 10-15 см	26000	1900 ^{±174}	49,400	3,51
Торф 15-20 см	44330	1830 ^{±140}	81,124	5,76
Торф 20-25 см	89670	1600 ^{±188}	143,472	10,19
Торф 25-30 см	94330	1040 ^{±57}	98,103	6,97
Всього	353310	–	1408,183	100,00

Лісова нерозкладена підстилка (сучасний опад) має невисокі (порівняно з іншими шарами торф'яно-болотного ґрунту) питому активність ¹³⁷Cs –

2572^{±149} Бк/кг і масу на 1 га – 220 кг/га і, завдяки цьому, невелику сумарну активність ¹³⁷Cs – 0,566 МБк/га або 0,04 % від її у торф'яно-болотному ґрунті. Це може вказувати на відносно невеликі темпи надходження радіонуклідів до рослин деревного та трав'яно-чагарничкового ярусів.

В очосі спостережено збільшення маси його шарів з глибиною, що, напевно, пояснюється його ущільненням за рахунок вище розташованих шарів, а також збільшення величини питомої активності ¹³⁷Cs до глибини 15-20 см. Саме на цій глибині зафіксовано найбільшу величину сумарної активності радіонукліду, а з подальшим заглибленням – вона зменшується. У глибше розташованих шарах очосу, від того, що знаходиться на глибині 15-20 см, питома активність радіонукліду зменшується, а маса шарів – продовжує збільшуватись. Проте темпи зниження першого показника більш значимі відносно темпів збільшення другого, що призводить і до зменшення величини сумарної активності ¹³⁷Cs.

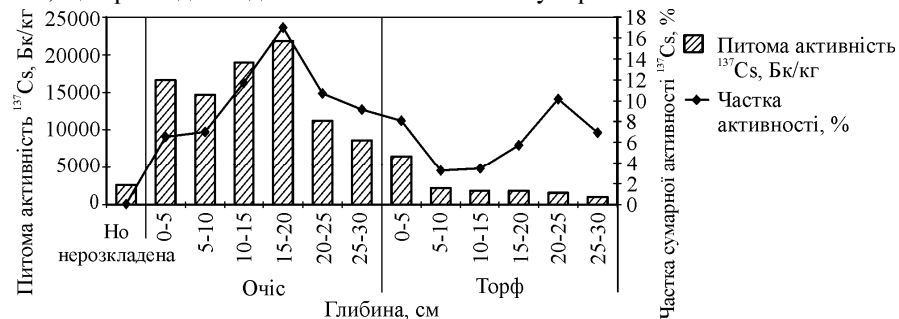


Рис. Вертикальний розподіл питомої та сумарної активності ¹³⁷Cs у товщі торф'яно-болотного ґрунту мокрого бору

З подальшим заглибленням у товщу торф'яно-болотного ґрунту встановлено поступове зниження величини питомої активності радіонукліду спочатку в очосі, а потім у торфі (рис.). Це можна пояснити зниженням темпів проникнення ¹³⁷Cs у глибину ґрунту. Водночас, у торфі, на глибині 10-15 см, починається збільшення величини сумарної активності радіонукліду, яка сягає найбільшої величини у шарі торфу на глибині 20-25 см. Надалі цей показник знову продовжує зменшуватися. На наш погляд, збільшення сумарної активності у зазначеному шарі торфу можна пояснити різким зростанням щільності шару торфу (маса дорівнювала 89670 кг/га) відносно шару, розташованого вище (15-20 см) – 44330 кг/га. Крім цього, можливе деяке затримання радіонуклідів саме в цьому горизонті, що потребує підтвердження додатковими дослідженнями.

Загалом спостережено досить істотне заглиблення ¹³⁷Cs у торф'яно-болотному ґрунті. Так, у верхньому 20-сантиметровому шарі очосу знаходиться лише 42,4 % від сумарної активності радіонукліду у ґрунті (табл. 3). У наступних 30 см (у глибину) ґрунту (10 см очосу та 20 см торфу) виявлено таку ж активність ¹³⁷Cs. Отримані матеріали свідчать про значне проникнення радіонукліду у глибину торф'яно-болотного ґрунту мокрого бору. Треба зазначити, що подібний перерозподіл радіоактивного елементу у ґрунті призвів до виведення його за межі коренезаселеного шару, і відповідно до зниження темпів його надходження до рослин і грибів.

Табл. 3. Сумарна активність ¹³⁷Cs у ґрунтових шарах різної потужності торф'яно-болотного ґрунту мокрого бору

Горизонт, глибина	Сумарна активність ¹³⁷ Cs у шарах ґрунту, МБк/га	Частка сумарної активності ¹³⁷ Cs у шарах ґрунту, %
Лісова підстилка нерозкладена (ЛП)	0,566	–
ЛП+очіс 0-5 см	92,718	6,6
ЛП+очіс 0-10 см	191,208	13,6
ЛП+очіс 0-15 см	356,508	25,3
ЛП+очіс 0-20 см	596,308	42,4
ЛП+очіс 0-25 см	747,508	53,1
ЛП+очіс 0-30 см	876,508	62,2
ЛП+очіс 0-30 см+торф 0+5 см	990,258	70,3
ЛП+очіс 0-30 см+торф 0+10 см	1036,084	73,6
ЛП+очіс 0-30 см+торф 0+15 см	1085,484	77,1
ЛП+очіс 0-30 см+торф 0+20 см	1166,608	82,9
ЛП+очіс 0-30 см+торф 0+25 см	1310,080	93,0
ЛП+очіс 0-30 см+торф 0+30 см	1408,183	100,00

Висновки. За 26 років з часу надходження ¹³⁷Cs до болотних екосистем Полісся України відбулося його істотне заглиблення у товщу торф'яно-болотних ґрунтів мезооліготрофних боліт. Найбільша частка від сумарної активності радіонукліду в ґрунті знаходиться в очосі на глибині 15-20 см (17,03 %). Всього в очосі (потужністю 30 см) міститься 62,2 % сумарної активності радіонукліду в ґрунті, решта (37,8 %) – у 30-сантиметровому шарі торфу. Заглиблення радіонуклідів у товщу торф'яно-болотних ґрунтів призводить до його виведення із коренезаселеного шару.

Література

1. Головка О.В. Розподіл валового запасу ¹³⁷Cs на відкритих ділянках болотного масиву Сира Погоня (Західне Полісся України) / О.В. Головка, О.О. Орлов // Вісник НУВГП : зб. наук. праць. – Сер.: Сільськогосподарські науки. – Рівне : Вид-во НУВГП. – 2013. – Вип. 2(62). – С. 40-46.
2. Краснов В.П. Радіоекологія лісів Полісся України : монографія / В.П. Краснов. – Житомир : Вид-во "Волинь", 1998. – 112 с.
3. Краснов В.П. Прикладна радіоекологія лісів : монографія / В.П. Краснов, А.А. Орлов, В.А. Бузун і др.; под ред. В.П. Краснова. – Житомир : Изд-во "Полісся". – 2007. – 680 с.
4. Молчанова І.В. Распределение ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs в мохово-торфянистых отложениях верхового болота / И.В. Молчанова, Е.Н. Караваева // Экология : сб. науч. тр. – 1981. – № 5. – С. 86-88.
5. Подворко Г.А. Исследование вертикальной миграции ¹³⁷Cs в торфяных почвах в отдаленный период после аварии на ЧАЭС / III з'їзд з радіаційних досліджень (радіобіологія і радіоекологія), Київ, 21-25 травня 2003 р. – К., 2003. – С. 329-331.
6. Щеглов А.И. Биогеохимия техногенных радионуклидов в лесных экосистемах (по материалам 10-летних исследований в зоне влияния аварии на ЧАЭС). – М. : Изд-во "Наука". – 1999. – 268 с.
7. Rosén K. Migration of radiocaesium in Swedish soil profiles after the Chernobyl accident, 1987-1995 / K. Rosén, I. Öborn, H. Lönsjö // J. Environ. Radioactivity. – 1999. – Vol. 46. – Pp. 45-66.

Краснов В.П., Курбет Т.В., Корбут М.Б., Бойко О.Л. Распределение ¹³⁷Cs в почвах мезооліготрофних болот Полісся України

Представлены результаты изучения распределения ¹³⁷Cs в торфяно-болотных почвах мезооліготрофных болот. Для обоснования установленных закономерностей использованы показатели: удельная и суммарная (валовая) активности радионуклида в

слое очеса и торфа. Показано, что оба показателя имеют наибольшие значения в слое очёса на глубине 15-20 см. Установлено, что в очёсе содержится 62,2 % от суммарной активности ¹³⁷Cs в почве. Сделан вывод о значительном углублении радионуклида в почве и постепенном выходе его за пределы корнеобитаемого слоя, что может со временем привести к снижению темпов его поступления в растения.

Ключевые слова: радионуклиды, радиоактивное загрязнение почвы, удельная активность радионуклида, лесные насаждения, торфяно-болотные почвы.

Krasnov V.P., Kurbet T.V., Korbut M.B., Boyko O.L. The Distribution of ¹³⁷Cs in the Soils of Mezooolihotrophical Marshes of Polysya Region of Ukraine

The results of the exploration of ¹³⁷Cs distribution in peatbogs soils of mezooolihotrophical marshes are presented. For substantiation of determined regularities following indexes were used: specific and summary (gross) activity of radionuclide in the layer of tow and peat. It is demonstrated that both indexes have the biggest value in the layer of tow – depth 15-20 cm. It is determined that the tow contains 62.2 % of summary activity of ¹³⁷Cs in soils. The conclusion is drawn as for considerable deepening of radionuclide in the soil and gradually extraction from the root-inhabited layer that can bring in time to decreasing of tempos of radionuclide incoming into plants.

Keywords: radionuclides, radioactive contamination of the soil, specific activity of radionuclide, forest plantations, peatbogs soils.

УДК 001.891:65.011.56

**Проф. О.А. Нагурський¹, д-р техн. наук;
проф. М.С. Мальований¹, д-р техн. наук; викл.-методист НІПРЧ
С.Д. Синельников²; асист. В.В. Ващук¹, канд. техн. наук**

ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ ВІДХОДІВ ДЛЯ КАПСУЛЮВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

Для проведення досліджень використовували полімери, які входять до складу побутових відходів: поліетилен, поліпропілен, полівінілхлорид, поліетилентерефталат та синтетичне мінеральне добриво – амонію нітрат. Проникність полімерних матеріалів вивчали експериментально із застосуванням кондуктометричної установки. Експериментальним шляхом визначено коефіцієнти внутрішньої дифузії розчину амонію нітрату. Теоретично доведено здатність цих полімерів до деструкції у ґрунтовому середовищі. Показано, що ці полімери можна використовувати для створення капсульованих мінеральних добрив із терміном дії 3-9 місяців.

Ключові слова: проникність, полімерні матеріали, коефіцієнт внутрішньої дифузії, капсульовані мінеральні добрива.

Постановка проблеми дослідження. Актуальним напрямом зниження енергетичних і матеріальних затрат сільськогосподарського виробництва є застосування повільнодіючих мінеральних добрив. Ці речовини характеризуються більш високим коефіцієнтом засвоєння рослинами елементів мінерального живлення. Відповідно, зменшується необхідна доза внесених у ґрунт мінеральних добрив, кратність їх внесення та забруднення довкілля залишковими агрохімікатами. Результати досліджень за цією проблематикою, які широко представлені у науковій літературі, свідчать про високу агрохімічну та екологічну ефективність таких речовин [1-3]. Одним із перспективних шляхів їх створення є на-

¹ НУ "Львівська політехніка";

² Львівський державний університет безпеки життєдіяльності