

ОСОБЛИВОСТІ АКУМУЛЯЦІЇ ^{137}Cs МАКРОМІЦЕТАМИ В СУХИХ БОРАХ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ

О. О. Орлов, Т. В. Курбет, О. Б. Каліш, О. Л. Прищепя

Лабораторія радіаційної екології лісу Поліського філіалу УкрНДІЛГА, Житомир

Наведено основні екологічні особливості сухих борів. Дослідження проведено у Центральному Поліссі України протягом 1997 - 1999 рр. Дані було отримано в результаті спектрометричного визначення питомої активності ^{137}Cs у плодкових тілах грибів та ґрунті. Макроміцети розділено на однорідні групи за інтенсивністю акумуляції ^{137}Cs . До групи слабого накопичення ^{137}Cs із ґрунту (КП = 15 - 20) належать *Amanita porphyria*, *A. muscaria* та *Tricholoma portentosum*; до групи помірного накопичення (КП = 30 - 55) - *Amanita pantherina*, *A. phalloides*, *Cantharellus cibarius*, *Boletus edulis*, *Tricholoma flavovirens* та *Laccaria laccata*. Група сильного накопичення ^{137}Cs (КП = 100 - 180) складається з *Suillus variegatus*, *S. bovinus* та *Hydnum imbricatum*, а дуже сильного накопичення (КП = 200 - 280) - із *Xerocomus badius*, *Lactarius rufus*, *Russula xerampelina*, *Cortinarius varius* та *Paxillus involutus*. Акумулятором ^{137}Cs є *Cortinarius sanguineus* (КП = 400). Наведено порівняльну оцінку сухого бору з точки зору заготівлі в ньому їстівних макроміцетів.

Сухий бір є одним із найхарактерніших типів умов місцезростання Українського Полісся, проте його суцільні значні за площею ділянки зустрічаються рідко. Займають вони найвищі ділянки піщаних дюн, гряд, а також інших піщаних (борових) терас річок, значно рідше - підвищені плоскі ділянки рельєфу з потужними піщаними відкладами та глибоким (8 - 12 м) рівнем ґрунтових вод. Частка площ цих едатоїв істотно збільшується в лісах Полісся в напрямку з півдня на північ та зі сходу на захід. Зокрема, частка сухих борів по держлісгоспах Волинського Полісся коливається від 10,3 до 17,4 % вкритої лісом площі у північній частині до 2,1 - 7,7 % у центральній та 0,3 - 0,7 % - у південній частині [8]. У Центральному Поліссі сухі бори поширені переважно у північно-західній частині, де займають від 14,9 до 27 % вкритої лісом площі. У Київському Поліссі бори лишайникові поширені значно більше, ніж у Центральному, частка їх площі коливається у північній частині від 11,8 % у Тетерівському держлісгоспі до 38 % по лісах зони відчуження ЧАЕС, а у південній - 7,2 - 13,0 %. У Чернігівському та Новгород-Сіверському Поліссі сухі бори займають приблизно по 10 % вкритої лісом площі [8].

Сухі бори є складовими частинами екологічних ареалів багатьох видів їстівних грибів, а для ряду видів - одними з основних екоотопів, де проводиться їх заготівля в лісах Полісся, зокрема таких видів, як *Tricholoma flavovirens* (Fr.) Lund., *T. portentosum* (Fr.) Quéf., *Cantharellus cibarius* Fr., *Boletus edulis* Bull., *Suillus variegatus* (Fr.) Kuntze, *S. bovinus* (Fr.) Kuntze, *Xerocomus badius* (Fr.) Kühner.

Щодо інтенсивності акумуляції ^{137}Cs плодковими тілами грибів у сухих борах, у літературі нині наявні лише фрагментарні дані. Зокрема, білоруські дослідники [2] відмічають, що *Paxillus involutus* (Batsch) Fr. накопичує ^{137}Cs у сухих (свіжих) борах у чотири рази інтенсивніше, ніж у сирих борах та суборах. Цими авторами відмічається значне варіювання значень коефіцієнтів переходу (КП) у грибів у сухих борах - від 10 ($\text{m}^2\text{kg}^{-1}\cdot 10^{-3}$) до 95 при середньому значенні близько 50. О. М. Дворник [4] наводить дані щодо значень КП ^{137}Cs із ґрунту до плодкових тіл грибів в умовах сухих борів - види утворювали такий рангований ряд: *Tricholoma flavovirens* (32 ± 6) > *Xerocomus badius* (31 ± 2) > *Suillus luteus* (14 ± 3) > *Paxillus involutus* (11 ± 2) = *Russula* sp. (11 ± 3) > *Boletus edulis* ($4 \pm 0,5$) > *Cantharellus cibarius* ($2 \pm 0,6$). Дослідником відзначається, що в сухих борах значення КП у різних видів є істотно меншим за відповідні значення КП за інших умов зростання. Зокрема, у *Paxillus involutus* значення КП у сухих борах було в сім разів меншим порівняно із свіжими

суборами та вологими борами і в 20 разів меншим – порівняно з вологими суборами. Відмінні дані наведено українськими дослідниками [6]: значення КП у евритопного виду – *Suillus variegatus* – у різних частинах його екологічного ареалу дорівнювали: у сухих борах – 148,29; у свіжих борах – 182,06; у свіжих суборах – 43,19; у вологих суборах – 84,48; у вологих сугрудках – 84,45; а *Xerocomus badius* в умовах сухих борів був акумулятором ^{137}Cs (КП = 180,0). Таким чином, дані, наведені різними дослідниками щодо інтенсивності накопичення радіонукліду грибами в сухих борах, є досить суперечливими, а питання, з огляду на практичну значущість, заслуговує вивчення.

Дослідження було проведено в 1997 - 1999 рр. у Центральному Поліссі України (Житомирська область), у Повчанському лісництві Лугинського держлісгоспу, Веледицькому лісництві Словечанського держлісгоспу, Замисловицькому лісництві Білорозвицького держлісгоспу в діапазоні щільності забруднення ґрунту ^{137}Cs 20 – 400 кБк/м². Дослідними ділянками були верхівки піщаних дюн висотою 6 - 15 м, де сформувався тип умов місцезростання - сухий бір. На всіх ділянках біогеоценози були представлені сосновими лісами лишайниковими на сухих дерново-слабопідзолистих піщаних ґрунтах. Деревостани склалися виключно із сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) віком 35 - 45 років, їх зімкнутість складала 0,4 – 0,6; висота сосни була від 4 до 6 м, а діаметр – від 6 до 14 см. Підріст деревних порід був представлений поодинокими екземплярами сосни, природне поновлення було незадовільним, а підлісок – відсутнім. Трав'яно-чагарничковий ярус розріджений, проективним покриттям 3 – 5 %, із переважанням псамофітів-ксерофітів: *Corynephorus canescens* (L.) Beauv., *Festuca beckeri* (Hack.) Trav., *Thymus serpyllum* L., *Helychrisum arenarium* (L.) Moench. Мохово-лишайниковий ярус майже суцільний, проективним покриттям 85 – 95 %. Домінують у ньому епігейні лишайники (80 – 90 %): *Cladonia sylvatica* (L.) Hoffm., *C. mitis* Sandst., *C. rangiferina* (L.) Web., серед мохів переважає *Polytrichum piliferum* Hedw.

Об'єктами досліджень були вищі макроміцети, які з високою постійністю зустрічаються в сухих борах (18 видів). В усіх випадках відбиралися плодові тіла грибів, а поряд – зразки ґрунту (буром діаметром 5 см на глибину 10 см методом конверта).

Плодові тіла грибів очищувалися від частинок ґрунту й лісової підстилки та гомогенізувалися; ґрунт висушувався протягом 72 год при температурі 80 °С до повітряно-сухого стану та гомогенізувався на пробопідготовлювачі ПРГ-01Т. Вміст ^{137}Cs визначався у свіжих плодівих тілах грибів та сухому ґрунті. Наважки грибів дорівнювали 100 – 400 г. Питома активність ^{137}Cs у зразках вимірювалася за допомогою спектрометра СЕГ-40К-Ge з Ge-Li детектором ДГДК-100В3. Гомогенізовані свіжі плодові тіла грибів вимірювалися в посудинах Марінеллі об'ємом 1000 см³ та геометрії «Дента» (циліндрична посудина об'ємом 180 см³ та діаметром 8 см), а гомогенізований ґрунт – тільки в посудинах Марінеллі. Калібрування спектрометра для обох геометрій вимірювання проводилося з використанням атестованого сипучого джерела з насипною щільністю 0,75 г/см³, що містило ^{137}Cs , ^{241}Am та ^{232}Th . При розрахунку питомої активності ^{137}Cs у зразках враховувалася різниця щільностей калібровочного джерела ρ_0 та зразка, що вимірюється ρ . Для конкретної щільності зразка перераховувалася ефективність реєстрації гамма-квантів енергії E (для ^{137}Cs E = 661,6 кЕв):

$$\varepsilon_{\rho}(E) = \varepsilon_{\rho_0}(E) e^{-(\rho-\rho_0)\mu(E)d_{\text{ef}}},$$

де $\mu(E)$ - масовий коефіцієнт послаблення гамма-квантів з енергією E, см²/г; d_{ef} – ефективна товщина вимірюваної проби, см. Для геометрії "Дента" d_{ef} дорівнює 1,8 см, для посудини Марінеллі 1000 см³ – 1,7 см.

Для розрахунку масового коефіцієнта послаблення (при E > 150 кЕв) використовувався вираз $\mu(E) = 1,287 E^{-0,435}$.

Сумарна відносна похибка δA визначення активності радіонуклідів згідно з ГОСТ 8.207-76 для довірчої вірогідності $p = 0,95$ розраховувалася за формулою

$$\delta A = \frac{1.96\delta S + 1.1\delta B}{\delta S + (1/\sqrt{3})\delta B} \cdot \sqrt{\frac{(\delta B)^2}{3} + (\delta S)^2},$$

де $\delta B = \sqrt{(\delta A_{\text{зхз}})^2 + (\frac{\Delta m}{m})^2 + (\frac{\Delta V}{V})^2}$; $\delta A_{\text{зхз}}$ – похибка, що визначається при метрологічних вимірюваннях градуйованої характеристики ефективності; Δm – абсолютна похибка визначення маси m ; $\frac{\Delta V}{V}$ – складова, обумовлена різницею в об'ємах градуйованого джерела та вимірюваної проби; δS – відносна похибка площі піка повного поглинання відповідного радіонукліда в спектрі проби.

Відносна похибка вимірювання питомої активності ^{137}Cs у зразках не перевищувала 15 %. Показниками інтенсивності акумуляції ^{137}Cs грибами з ґрунту були коефіцієнт накопичення (КН), що розраховувався як відношення питомої активності ^{137}Cs у грибах (Бк/кг) до питомої активності ^{137}Cs у ґрунті (Бк/кг), а також КП, що розраховувався як відношення питомої активності ^{137}Cs у грибах (Бк/кг) до щільності забруднення ґрунту радіонуклідом (кБк/м²) і мав загальноприйнятну розмірність (м²·кг⁻¹·10⁻³). Всього до статті було проаналізовано вміст ^{137}Cs у 300 зразках грибів із відповідною кількістю зразків ґрунту. Статистичну обробку даних проведено із застосуванням стандартних пакетів програм: СУБД, «Statgrafics», «Statistica».

На всіх дослідних ділянках у сухих борах переважають дерново-слабопідзолисті ґрунти (слабо гумусовані борові піски) на потужних піщаних відкладах. Лісова підстилка має малу товщину – 0,5 - 1,5 см, складається переважно з хвої сосни та решток лишайників, розкладається дуже повільно – за 10 - 12 років. Під лісовою підстилкою формується гумусово-елювіальний горизонт (He) – 10 - 12 см завтовшки, піщаний, слабо забарвлений гумусом у сірий колір. Нижче (12 - 40 см) формується жовтувато-бурий піщаний шар елювійовано-ілювійованої материнської породи (Rei). Аналізи фізичних та агрохімічних параметрів цих ґрунтів, проведені нами, показали близькість ґрунтових параметрів на всіх пробних площах досліджених сухих борів. Наведемо основні фізичні та агрохімічні параметри цих ґрунтів для гумусово-елювіального горизонту (0 - 10 см). В їх гранулометричному складі домінує пісок – 90 - 94 %, а кількість дрібнозему дорівнює 6 - 10 %. Величина рН_{KCl} варіює від 4,6 до 5,2, а гідролітична кислотність – від 2,0 до 2,4 мг-екв/100 г ґрунту. Кількість гумусу за [1] складає 0,6 - 0,8 %. Саме завдяки малій кількості дрібнозему та гумусу ґрунтовий профіль цих ґрунтів морфологічно розвинутий слабо, перехід між горизонтами поступовий. Таким чином, згадані ґрунти дуже кислі, слабо насичені основами (25 - 35 %), мають мізерну кількість поглинутого K⁺ (0,03 - 0,06 мг-екв/100 г ґрунту). Вони характеризуються відсутністю зв'язності та ґрунтових агрегатів навіть у вологому стані, є безструктурними, мають дуже малу кількість дрібних капілярів. Тому водопроникність цих ґрунтів дуже велика, а водоутримуюча здатність – мала. Капілярна вологоємність їх дорівнює близько 12 % [3]. Атмосферні опади швидко просочуються вглиб профілю, виносячи розчинні речовини. Ці ґрунти в жарку погоду швидко (за кілька годин) пересихають навіть після сильних дощів. Тому плодові тіла макроміцетів часто зовсім не розвиваються в даних умовах протягом літа. Для їх розвитку в сухому борі необхідна тепла погода з тривалим постійним зволоженням, що в умовах Полісся є більш характерним для осіннього періоду.

Для вертикального розподілу ^{137}Cs у ґрунті характерним є експоненційне зменшення питомої активності радіонукліда з глибиною. Найбільша питома активність ^{137}Cs характерна для шару розкладеної лісової підстилки та 0 - 2 см шару He-горизонту. Вертикальний розподіл активності радіонукліда в цих ґрунтах своєрідний (рис. 1).

Внаслідок малої товщини підстилки та її маси у цьому шарі міститься лише 14,5 % валового запасу радіонукліда ґрунтового профілю, що значно (в 2 - 3 рази) менше, ніж у ґрунтах під сосновими лісами при інших умовах зростання. Відповідно в мінеральних шарах

грунту (0 - 30 см) утримується 85,5 % активності ^{137}Cs . Характерним є те, що в шарі 0 - 6 см міститься 91,1 % валового запасу ^{137}Cs мінерального ґрунту в цілому, а в шарі 0 - 10 см – 95,0 %. Глибше 10 см за 13 років після аварії на ЧАЕС мігрувало лише 5,0 % активності радіонукліда, що містилася в мінеральних шарах ґрунту.

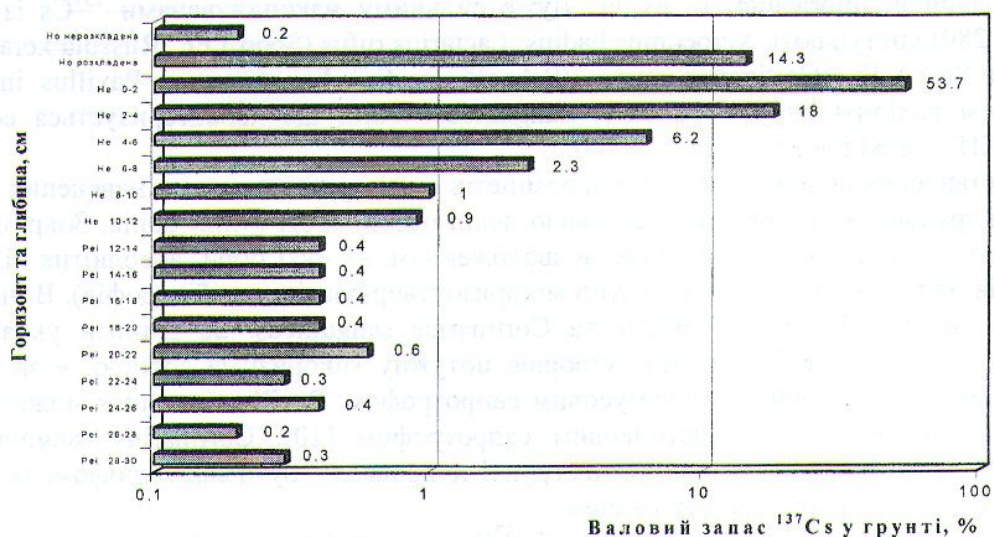


Рис. 1. Вертикальний розподіл активності ^{137}Cs у ґрунті сухого бору (% від валового запасу радіонукліда в ґрунті): Но – лісова підстилка; He – гумусово-елювіальний горизонт; PeI – материнська порода елювіювано-ілювіювана.

У сухих борах нами проаналізовано інтенсивність накопичення ^{137}Cs макроміцетами, виходячи з величини КП радіонукліда до їх плодових тіл (рис. 2).

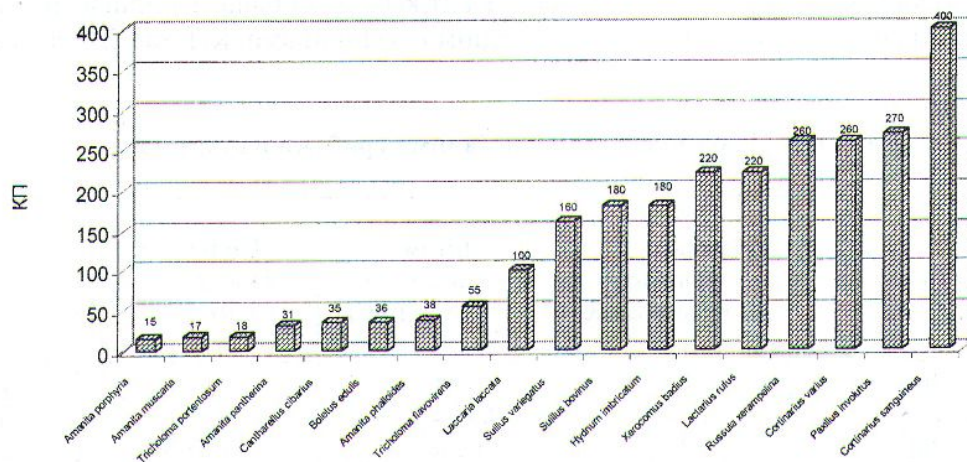


Рис. 2. Середні значення КП (м²·кг⁻¹·10⁻³) ^{137}Cs до плодових тіл макроміцетів у сухих борах.

Види грибів, що вивчаються, було поділено за результатами однофакторного дисперсійного аналізу на однорідні групи [9] за інтенсивністю акумуляції ^{137}Cs (на основі середніх значень КП). Між цими групами на 95 %-ному довірчому рівні існує суттєва різниця середніх значень КП ^{137}Cs із ґрунту до плодових тіл грибів ($F_{\phi} > F_{0,95}$), одночасно така різниця відсутня всередині виділених груп (в усіх випадках $F_{\phi} < F_{0,95}$). Було виявлено,

що до групи слабого накопичення ^{137}Cs із ґрунту (КП = 15 - 20) належать такі види, як *Amanita porphyria* (Fr.) Secr., *A. muscaria* (L.) Hook. та *Tricholoma portentosum*. Групу помірного накопичення радіонукліда (КП = 30 - 55) утворюють такі види, як *Amanita pantherina* (DC.) Secr., *Cantharellus cibarius*, *Boletus edulis*, *Amanita phalloides* (Fr.) Secr., *Tricholoma flavovirens* та *Laccaria laccata* (Scop.) Berk. ex Broome. Група сильного накопичення ^{137}Cs (КП = 100 - 180) складається з таких макроміцетів: *Suillus variegatus*, *S. bovinus*, *Hydnum imbricatum* L. ex Fr. Дуже сильними накопичувачами ^{137}Cs із ґрунту (КП = 200 - 280) виступають *Xerocomus badius*, *Lactarius rufus* (Scop.) Fr., *Russula xerampelina* (Schaeff. ex Secr.) Fr., *Cortinarius varius* (Schaeff. ex Fr.) Fr., а також *Paxillus involutus*; акумулятором радіонукліда є *Cortinarius sanguineus* Wulf., що характеризується середнім значенням КП у свіжі плодові тіла біля 400.

Співставлення видового складу макроміцетів в однорідних групах, наведених вище, з трофічними групами видів продемонструвало певні особливості сухих борів. Зокрема, було виявлено, що в таких жорстких умовах за зволоженням, як сухі бори, абсолютна більшість макроміцетів належить до трофічної групи мікоризоутворювачів (симбіотрофів). Винятком є *Cantharellus cibarius*, *Paxillus involutus* та *Cortinarius sanguineus*. За даними українських дослідників [11], *Cantharellus cibarius* утворює потужну мікоризу із сосною, а за даними російських вчених [10], цей вид є гумусовим сапротрофом. *Paxillus involutus* може бути як мікоризоутворювачем, так і підстилковим сапротрофом [10]. *Cortinarius sanguineus*, за даними М. Я. Зерової [5], може зростати на ґрунті та пеньках – бути сапротрофом, за іншими даними [7], цей вид є мікоризоутворювачем.

Максимальна інтенсивність акумуляції ^{137}Cs у сухих борах характерна для грибів, що належать до мікоризоутворювачів, проте в межах згаданої трофічної групи в різних видів спостерігається істотне варіювання середніх значень КП – від 15 у *Amanita porphyria* до 400 у *Cortinarius sanguineus*. Таким чином, міжвидова різниця середніх значень КП у макроміцетів-симбіотрофів у сухих борах сягає 27 разів, що узгоджується з висновками інших дослідників [12] про те, що в мікоризоутворювачів міжвидова різниця інтенсивності накопичення ^{137}Cs перевищує 10 разів. Табл. 1 наочно демонструє дані щодо інтенсивності накопичення згаданого радіонукліда істивними видами грибів у сухих борах.

З наведених вище даних, рис. 2 та табл. 1 витікає, що більшість видів істивних грибів у сухих борах характеризується значними середніми величинами КП та КН радіонукліда з ґрунту.

Таблиця 1. Накопичення ^{137}Cs істивними грибами в сухих борах

Вид гриба	Питома активність ^{137}Cs у свіжих плодових тілах, кБк/кг	Питома активність ^{137}Cs у ґрунті, кБк/кг	Щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs , кБк/м ²	КН
<i>Paxillus involutus</i>	31 ± 6	1,0 ± 0,2	110 ± 30	29 ± 6
<i>Lactarius rufus</i>	8,1 ± 0,7	0,35 ± 0,07	36 ± 6	23 ± 3
<i>Xerocomus badius</i>	29 ± 7	1,5 ± 0,2	170 ± 30	22 ± 3
<i>Russula xerampelina</i>	35 ± 9	1,6 ± 0,4	130 ± 30	22 ± 3
<i>Hydnum imbricatum</i>	72 ± 3	4,0 ± 0,7	400 ± 20	18 ± 1
<i>Suillus bovinus</i>	26 ± 6	1,5 ± 0,3	150 ± 30	18 ± 1
<i>Suillus variegatus</i>	20 ± 3	2,0 ± 0,4	230 ± 40	16 ± 2
<i>Tricholoma flavovirens</i>	23 ± 8	3,3 ± 0,9	400 ± 100	6,5 ± 1,0
<i>Cantharellus cibarius</i>	3 ± 1	0,7 ± 0,1	80 ± 10	4,1 ± 0,9
<i>Boletus edulis</i>	8 ± 2	2,2 ± 0,3	240 ± 40	3,3 ± 0,4
<i>Tricholoma portentosum</i>	11 ± 1	4,2 ± 0,8	420 ± 80	1,8 ± 0,2

Рагновані ряди видів за величиною згаданих коефіцієнтів є подібними. З табл. 1 також витікає, що навіть у тих видів їстівних грибів, які характеризуються найменшою інтенсивністю акумуляції радіонукліда із ґрунту в сухих борах, питома активність ¹³⁷Cs у свіжих плодкових тілах перевищує допустимі рівні, передбачені ДР-97 (500 Бк/кг).

Нами проведено розрахунки залежності вмісту ¹³⁷Cs у свіжих плодкових тілах їстівних грибів від щільності радіоактивного забруднення ґрунту для кожного з видів, що вивчаються. Всі отримані залежності характеризуються сильними зв'язками та апроксимуються мультиплікативними рівняннями (виду $Y = aX^b$), є достовірними на 95 %-ному довірчому рівні (табл. 2).

Таблиця 2. Параметри рівнянь залежності вмісту ¹³⁷Cs у свіжих плодкових тілах макроміцетів від щільності забруднення ґрунту в сухих борах

Вид гриба	Коефіцієнти рівняння виду $Y=aX^b$				Довірчий рівень	r	F _{факт}	F _{0,95}
	ln a		b					
	значення	стандартна похибка	значення	стандартна похибка				
Paxillus involutus	6,57	0,25	0,71	0,05	0,00	0,97	168	4,84
Russula xerampelina	6,64	0,30	0,68	0,07	0,00	0,96	108	4,96
Xerocomus badius	6,70	0,23	0,64	0,04	0,00	0,97	164	5,12
Suillus bovinus	6,09	0,19	0,75	0,04	0,00	0,98	300	4,75
Suillus variegatus	5,92	0,19	0,76	0,04	0,00	0,99	355	4,84
Hydnum imbricatum	6,42	0,25	0,65	0,05	0,00	0,96	150	4,75
Tricholoma flavovirens	5,23	0,42	0,78	0,09	0,00	0,93	74	4,75
Boletus edulis	5,07	0,79	0,77	0,17	0,001	0,83	21	4,84
Cantharellus cibarius	4,88	0,40	0,80	0,09	0,00	0,92	83	4,49
Tricholoma portentosum	3,81	0,94	0,81	0,27	0,022	0,77	8,5	5,59

Коефіцієнти кореляції між згаданими параметрами дорівнювали 0,77 – 0,99. Такий сильний зв'язок між параметрами, що вивчаються, обумовлений тим, що всі параметри ґрунту в сухих борах мають найменшу амплітуду серед усіх умов місцезростання. Виходячи з даних отриманих рівнянь, нами розраховано, що в сухих борах величина питомої активності радіонукліда в свіжих плодкових тілах Tricholoma portentosum, яка найменш інтенсивно акумулює ¹³⁷Cs серед усіх їстівних грибів у сухих борах, не перевищує допустимі рівні (ДР-97) при щільності забруднення ґрунту 19,3 кБк/м² (біля 0,5 Кі/км²). Але вже при щільності забруднення ґрунту ¹³⁷Cs у 37 кБк/м² (10,0 Кі/км²), при якій територія згідно із Законом України вважається постраждалою внаслідок Чорнобильської катастрофи, у сухих борах вміст ¹³⁷Cs у свіжих плодкових тілах решти їстівних видів значно перевищує рівні, передбачені ДР-97, і становить від 2370 Бк/кг у Cantharellus cibarius до 9260 Бк/кг у Paxillus involutus. Таким чином, якщо їстівні види – слабкі та посередні накопичувачі ¹³⁷Cs – можливо заготовляти в сухих борах Полісся із щільністю забруднення ґрунту радіонуклідом до 1,0 Кі/км² (із проведенням обов'язкового спектрометричного контролю), то їстівні гриби, які є сильними та дуже сильними накопичувачами ¹³⁷Cs, заготовляти в сухих борах Полісся недоцільно внаслідок їх значного радіоактивного забруднення.

Практичне значення має співставлення інтенсивності акумуляції ¹³⁷Cs плодковими тілами їстівних грибів при різних умовах місцезростання в межах всього екологічного ареалу кожного з видів. На рис. 3 та 4 представлено середні значення КП ¹³⁷Cs у плодіві тіла таких євритопних видів, як Boletus edulis та Cantharellus cibarius, екологічні ареали яких охоплюють по 12 типів умов місцезростання (дані [13], модифіковані та доповнені даними по грибах у сухих борах).

Одночасно аналіз даних, наведених на рис. 3 та 4, дозволяє дати порівняльну радіоекологічну оцінку типу умов місцезростання - сухий бір. З наведених даних витікає, що за умовами міграції ¹³⁷Cs у трофічному ланцюзі «ґрунт – макроміцети» сухі бори досить

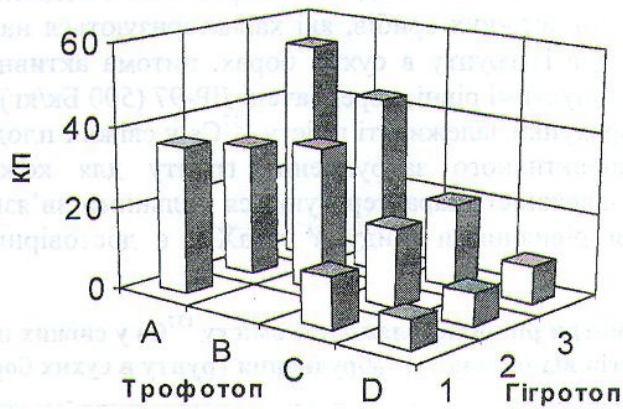


Рис. 3. Середні значення КД ($\text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$) по едадопах екологічного ареалу *Boletus edulis* (A – бор, B – субор, C – сугрудок, D – діброва, 1 – сухий, 2 – свіжий, 3 – вологий, 4 – сирий).

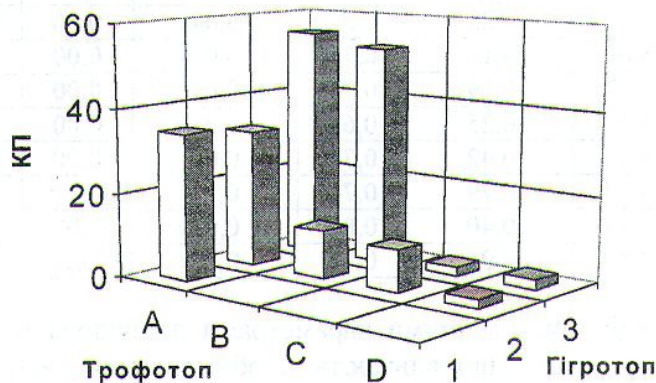


Рис. 4. Середні значення КД ($\text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot 10^{-3}$) по едадопах екологічного ареалу *Cantharellus cibarius* (A – бор, B – субор, C – сугрудок, D – діброва, 1 – сухий, 2 – свіжий, 3 – вологий, 4 – сирий).

близькі до свіжих борів. І хоча в сухих борах середні значення КД у грибів є більшими за відповідні значення в свіжих борах, різниця середніх значень КД не є статистично значимою на 95 %-ному довірчому рівні. Близькість середніх значень КД у сухих та свіжих борах обумовлена, з одного боку, більш бідними ґрунтами в сухих борах, які збільшують мобільність радіонукліда порівняно з більш багатими ґрунтами свіжих борів, а, з другого боку, менш вологі умови сухих борів зменшують мобільність радіонукліда порівняно з більш вологими умовами свіжих борів. Ця теза добре ілюструється на прикладі *Boletus edulis* та *Cantharellus cibarius*. Зокрема, у першого виду середні значення КД у сухих та свіжих борах дорівнювали 36,0 та 32,2 відповідно, а у другого виду – 34,7 та 32,7. Різке збільшення середніх значень КД, порівняно з сухими та свіжими борами, спостерігається при подальшому збільшенні зволоження типу умов місцезростання – у вологих борах – у 1,5 рази в *Boletus edulis* та в 1,6 рази – у *Cantharellus cibarius*. Із збільшенням родючості ґрунту від сухих борів до сухих дібров характерним є загальне зменшення середніх значень КД – у 5,0 разів у *Boletus edulis* та в 16,5 рази - у *Cantharellus cibarius*. Таким чином, на Поліссі України сухі бори є одними із найнебезпечніших у радіоекологічному відношенні, в якому заготівля майже всіх видів їстівних грибів має бути заборонена.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Агрехимические* методы исследования почв / Под ред. А.В. Соколова. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
2. Булавик И.М., Переволоцкий А.Н. Накопление Cs-137 в пищевой продукции леса // Проблемы экологии лесов и лесопользования в Полесье Украины / Науч. тр. Полесской АЛНИС. – Житомир, 1997. – Вып. 4. – С. 31 - 35.
3. Вернандер Н.Б., Годлин М.М., Самбур Г.Н., Скорина С.А. Почвы УССР / Под ред. М.М. Годлина. – Киев-Харьков: Гос. изд-во сельскохоз. литературы УССР, 1951. – 319 с.
4. Дворник А.М. Радиэкологическая оценка лесных экосистем после ядерных аварий: методология, моделирование, прогноз: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Гомель, 1998. – 41 с.
5. Зерова М.Я. Атлас грибів України. – К.: Наук. думка, 1974. – 252 с.
6. Краснов В.П., Курбет Т.В., Орлов О.О. та ін. Вплив екологічних факторів на накопичення цезію-137 істивними грибами Центрального Полісся України // Матеріали щорічної наук. конф. Інституту ядерних досліджень НАН України. – Київ, 1998. – С. 305 - 307.
7. Лобанов Н.В. Микотрофность древесных растений. – 2-е изд. – М.: Лесная промышленность, 1971. – 216 с.
8. *Мякушко В.К.* Сосновые леса равнинной части УССР. – К.: Наук. думка, 1978. – 256 с.
9. Урбах В.Ю. Биометрические методы. – М.: Наука, 1964. – 415 с.
10. Цветнова О.Б., Щеглов А.И. Аккумуляция ¹³⁷Cs высшими грибами и их роль в биогеохимической миграции нуклида в лесных экосистемах // Вест. Московск. ун-та. Сер. 17. Почвоведение. – 1996. – № 4. – С. 59 - 69.
11. Цилюрик А.В., Шевченко С.В. Грибы лесных биоценозов. Атлас. – К.: Вища школа, 1989. – 255 с.
12. Щеглов А.И., Цветнова О.Б., Тихомиров Ф.А., Кучма Н.Д. К вопросу о роли высших грибов в биогеохимической миграции ¹³⁷Cs в лесных экосистемах // Чернобыль-94. – IV Междунар. науч.-техн. конф. «Итоги 8 лет работ по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС»: Сб. докл. – Чернобыль, 1996. – Т. 1. – С. 460 - 471.
13. Orlov A.A., Irklienko S.P., Turko V.N. et al. Use of forest resources on the base of forest-typological approach // A sugárzástechnika mező-és élelmiszergazdasági alkalmazása: VI. Szimpózium (Szarvas, Hungary, 08. - 10.06.1999). – Szarvas, 1999. – Vol. 1. – P. 71 - 78.

ОСОБЕННОСТИ АКУМУЛЯЦИИ ¹³⁷Cs МАКРОМИЦЕТАМИ В СУХИХ БОРАХ УКРАИНСКОГО ПОЛЕСЬЯ

А. А. Орлов, Т. В. Курбет, А. Б. Калиш, А. Л. Прищепя

Приведены основные экологические особенности сухих боров в Украинском Полесье. Исследования проведены в Центральном Полесье Украины в 1997 - 1999 гг. Данные были получены в результате спектрометрического определения удельной активности ¹³⁷Cs в плодовых телах грибов и почве. Видовой состав макромицетов разделен на однородные группы по интенсивности аккумуляции ¹³⁷Cs. К группе слабого накопления ¹³⁷Cs из почвы (КП = 15 - 20) относятся *Amanita porphyria*, *A. muscaria* и *Tricholoma portentosum*; к группе умеренного накопления (КП = 30 - 55) – *Amanita pantherina*, *A. phalloides*, *Cantharellus cibarius*, *Boletus edulis*, *Tricholoma flavovirens* и *Laccaria laccata*. Группа сильного накопления ¹³⁷Cs (КП = 100 - 180) состоит из *Suillus variegatus*, *S. bovinus* и *Hydnum imbricatum*, а очень сильного накопления (КП = 200 - 280) – из *Xerocomus badius*, *Lactarius rufus*, *Russula xerampelina*, *Cortinarius varius* и *Paxillus involutus*. Аккумулятором ¹³⁷Cs является *Cortinarius sanguineus* (КП = 400). Дана сравнительная оценка сухого бора с точки зрения заготовки в нем съедобных макромицетов.

PECULIARITIES OF ¹³⁷Cs ACCUMULATION BY MACROMYCETES IN DRY BORS OF UKRAINIAN POLESSYE

A. A. Orlov, T. V. Kurbet, A. B. Kalish, A. L. Prishchepa

The main ecological peculiarities of dry bor in Ukrainian Polessye were given. Research were carried out in Central Polessie of Ukraine during 1997 - 1999. Results were obtained due to spectrometric

measurement of specific activity of ^{137}Cs in fruitbodies of mushrooms and in the soil. Species composition of macromycetes was divided on homogeneous groups on intensity of ^{137}Cs accumulation. *Amanita porphyria*, *A. muscaria* and *Tricholoma portentosum* belong to the group of weak ^{137}Cs accumulation from the soil (TF = 15 – 20); *Amanita pantherina*, *A. phalloides*, *Cantharellus cibarius*, *Boletus edulis*, *Tricholoma flavovirens* and *Laccaria laccata* – to the group of moderate radionuclide accumulation (TF = 30 - 55). The group of strong ^{137}Cs accumulation (TF = 100 – 180) consists of *Suillus variegatus*, *S. bovinus* and *Hydnum imbricatum*; and group of very strong accumulation (TF = 200 – 280) – of *Xerocomus badius*, *Lactarius rufus*, *Russula xerampelina*, *Cortinarius varius* and *Paxillus involutus*. *Cortinarius sanguineus* (with TF = 400) is an accumulator of ^{137}Cs . Comparative evaluation of dry bor was given from the point of view of purchase of edible macromycetes in it.