

These biotechnology seems to be the alternative solutions for the concrete manure plates. It is important to use easily-obtained, locally-available carbon-rich materials to minimize transport costs. Microbial activators accelerate the activation of the deposit and support its functioning after a period of drought or heavy rains.

ACKNOWLEDGEMENTS. The research was carried out with the project financed from the European Regional Development Fund No. RPWP.01.02.00-30-0010/17-00 and project financed by The National Centre for Research and Development No. PBS1/A8/5/2012 “MIKRAZO” and The National Centre for Research and Development No. 14006106/2009 “Geofibres”.

REFERENCES

1. Bednarek, A., Szklarek, S., Zalewski, M. 2014. Nitrogen pollution removal from areas of intensive farming – comparison of various denitrification biotechnologies. *Ecohydrology & Hydrobiology* 14: 132–141. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecohyd.2014.01.005>
2. Bednarek, A., Stolarska, M., Ubraniak, M., Zalewski, M., 2010. Application of permeable reactive barrier for reduction of nitrogen load in the agricultural areas – preliminary results. *Ecohydrol. Hydrobiol.* 10 (2– 4), 355–362. DOI: 10.2478/v10104-011-0007-6
3. Chen, Z., Shi, L., Ye, M., Zhu, Y., Yang, J. 2018. Global sensitivity analysis for identifying important parameters of nitrogen nitrification and denitrification under model uncertainty and scenario uncertainty. *Journal of Hydrology*, 561: 884–895. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.04.031>
4. Galloway J.N., Dentener F.J., Capone D.G., Boyer E.W., Howarth R.W., Seitzinger S.P., Asner G.P., Cleveland C., Green P., Holland E., Karl D. M., Michaels A. F., Porter J. H., Townsend A., Vöörsmarty C. 2003. Nitrogen Cycles: Past, Present and Future. *Biogeochemistry*.
5. HELCOM. 2018. Sources and pathways of nutrients to the Baltic Sea. *Baltic Sea Environmental Proceedings* No. 153
6. Højberg, A.L., Hansen, A.L., Wachniew, P., Żurek, A.J., Virtanen, S., Arustine, J., Strömqvist, J., Rankinen, K., Refsgaard, J.Ch. 2017. Review and assessment of nitrate reduction in the groundwater in the Baltic Sea Basin. *Journal of Hydrology: Regional Studies* 12: 50–68. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2017.04.001>
7. Mankiewicz-Boczek, J., Bednarek, A., Gaęła-Borowska, I., Serwecińska, L., Zaborowski, A., Kolate, E., Pawelczyk, J., Żaczek, A., Dziadek, J., Zalewski, M. 2017. The removal of nitrogen compounds from farming wastewater – The effect of different carbon substrates and different microbial activators. *Ecological Engineering*, 105: 341–354.
8. Nikolenko, O., Jurado, A., Borges, A.V., Kneller, K., Brouyère, S. 2018. Isotopic composition of nitrogen species in groundwater under agricultural areas: A review. *Science of the Total Environment*, 621: 1415–132. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.086>
9. Soupir, M.L., Hoover, N.L., Moorman, T.B., Law, J.L., Bearson, B.L. 2018. Impact of temperature and hydraulic retention time on pathogen and nutrient removal in woodchip bioreactors. *Ecological Engineering*, 112: 153–157. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.12.005>

УДК 504.53.06:631.459.2/.3

В.П. Ландін, д.с.-г.н., с.н.с., завідувач відділу
Г.М. Чоботко, д.с.-г.н., професор, провідний науковий співробітник
Л.А. Райчук, к.с.-г.н., завідувач лабораторії
*Інститут агроекології і природокористування
НААН, м. Київ*

ПЕРЕРОЗПОДІЛ РАДІОНУКЛІДІВ У ЕЛЕМЕНТАХ АГРОЛАНДШАФТІВ РІЗНИХ ТИПІВ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Проаналізовано та виділено основні агроландшафти Українського Полісся. Графічно формалізовано модель перерозподілу радіонуклідів у елементах агроландшафтів різних типів досліджуваного регіону. Визначено та проаналізовано основні чинники, які впливають на перерозподіл радіонуклідів у елементах екосистем. Проаналізовано перерозподіл радіонуклідів у критичних екосистемах Українського Полісся та графічно формалізовано моделі міграції радіонуклідів у цих екосистемах.

Ключові слова: агроландшафт, радіонукліди, графічна модель, Полісся.

Проблема радіоактивного забруднення сільськогосподарської продукції на території Полісся України набуває певних особливостей, характерних саме для віддаленого періоду після аварії на Чорнобильській АЕС. У контексті сучасної радіоекологічної ситуації доцільним є аналіз питання радіоактивного забруднення не в межах окремих екосистем, а в межах ландшафтів. Тому постала очевидна необхідність перегляду і актуалізації характеристик та особливостей перерозподілу радіонуклідів елементами різних типів агроландшафтів. Даній тематиці присвячено окремі роботи вітчизняних [3] і закордонних науковців [4], однак більшість із них зазвичай застаріла і приурочена до адміністративних територій, переважно населених пунктів, щонайбільше невеликих районів. Також все більшої уваги набуває питання комплексної реабілітації регіону Українського Полісся.

Саме тому зазначена проблематика вимагає актуалізації наукових даних та комплексного дослідження з урахуванням не лише рівня радіонуклідного забруднення, а й його сучасного складу, сучасних природно-кліматичних умов Українського Полісся та ландшафтної структури угідь. Тому метою нашої роботи було дослідити перерозподіл радіонуклідів у елементах різних типів агроландшафтів регіону.

За той час, який минув після Чорнобильської катастрофи, відбулося зниження міграційної здатності радіонуклідів і коефіцієнтів переходу (КП) у сільськогосподарські культури. Загалом серед техногенних радіонуклідів найбільшу здатність до засвоєння рослинами має ^{40}K . КП цього радіонукліда варіює в межах 1,27–9,51. КП ^{90}Sr займає проміжне становище – 0,31–3,13. Значення КП ^{90}Sr у 3–7 разів менші від КП ^{40}K та у 3–13 разів більші від КП ^{137}Cs . Стосовно лісових екосистем, то ранговані ряди за накопиченням як ^{137}Cs , так і ^{90}Sr , різними компартментами на території Українського Полісся залежать від умов місцезростання [2].

Нині можна назвати такі основні чинники, що впливають на перерозподіл радіонуклідів у: 1) польових екосистемах – едафічні, тип агрофітоценозу та його склад, умови зволоження, удобрення, меліорація, глибина обробітку ґрунту; 2) лукопасовищних екосистемах – едафічні, тип агрофітоценозу та його склад, інтенсивність використання, тип луки чи пасовища, покращення/перезалуження, будова дернини, об'єм вегетативної маси, яка виноситься з екосистеми в якості врожаю та/чи побічної продукції, умови зволоження, удобрення, меліорація; 3) лісових екосистемах – едафічні, тип біоценозу та його склад, товщина та будова підстилки, видовий склад грибів та лишайників, інтенсивність використання екосистеми, об'єм біомаси, яка виноситься з екосистеми в якості врожаю та/чи побічної продукції, умови зволоження; 4) садових екосистемах – едафічні, характеристики насадження, умови зволоження, удобрення, меліорація, вид та частота міжрядного обробітку.

Загалом у даний час можна говорити про два основних узагальнених типи агроландшафтів, що сформувалися в Україні [1]. Перший тип характерний для зони Степу. Другий тип (Лісостеп і Полісся) характеризується мозаїчним розміщенням полів та лісових насаджень, диференційованим вирощуванням сільськогосподарських культур, інтенсивним застосуванням мінеральних добрив і отрутохімікатів. Сільськогосподарські ландшафти можна поділити на польові, садові та лукопасовищні. Специфічна просторова структура ландшафту, що складається з кількох екосистем, створює можливості для їхньої взаємодії, зокрема для міграції хімічних елементів та сполук. Встановлено, що радіоактивно забруднені ландшафти мають важливий вплив на спряжені ландшафти, особливо за умови пожеж. Критичними ландшафтами на забруднених територіях є ліси, природні та окультурені лукопасовищні угіддя, де значення КП радіонуклідів із ґрунту в рослини суттєво вищі порівняно з орними землями.

Проблема моделювання процесів міграції радіонуклідів у межах агроландшафтів ускладнюється неоднорідністю забруднення території та фізико-хімічних властивостей ґрунтів. Актуальність цих проблем лише посилилася на віддаленому етапі ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС унаслідок міграції радіонуклідів, сільськогосподарської діяльності, змін клімату тощо. Нині існує доволі багато моделей міграції радіонуклідів у довкіллі [4]. Усі вони створювалися для певних географічних регіонів та типу сільськогосподарської практики. Тому для створення моделі, яка б описувала міграцію радіонуклідів компонентами агроландшафтів Українського Полісся, необхідно експериментальним та, за необхідності, математичним шляхом актуалізувати показники перерозподілу радіонуклідів саме для цього регіону. Узагальнена графічна формалізація міграції радіонуклідів у різних типах екосистем наведена на рис. 1–3, перерозподілу радіонуклідів у елементах агроландшафту досліджуваного регіону – на рис. 4.

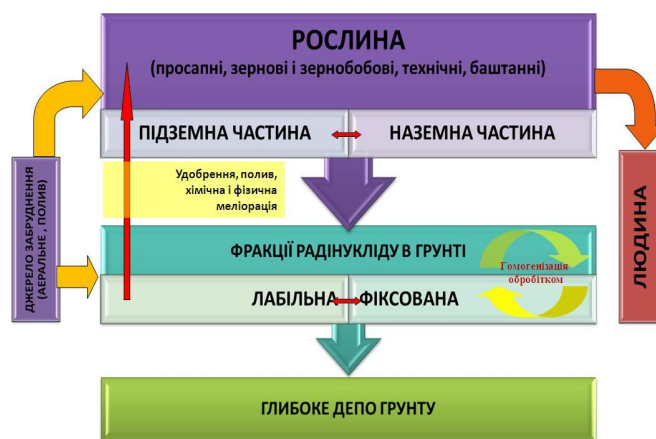


Рис. 1. Концептуальна модель міграції радіонуклідів у польовій екосистемі

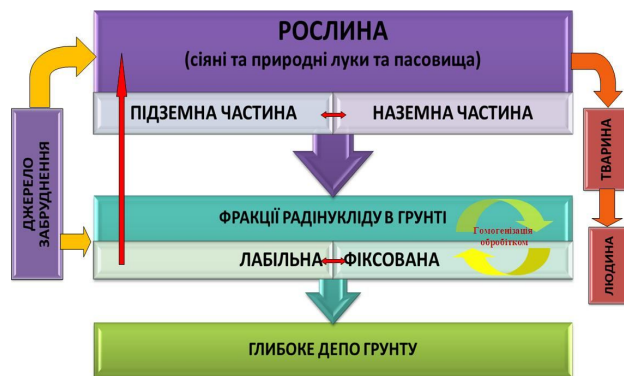


Рис. 2. Концептуальна модель міграції радіонуклідів у лукопасовищних екосистемах

Висновки: Визначено основні чинники, які впливають на перерозподіл радіонуклідів в елементах радіологічно критичних екосистем. Встановлено, що спільними для всіх критичних екосистем агроландшафтів Українського Полісся є істотний вплив характеристик ґрунтів (тип ґрунту, кислотність ґрунтового розчину, вміст гумусу тощо) та фітоценозів (породний/видовий та сортовий склад, вік, фаза розвитку культури тощо). Для лісових екосистем істотний вплив мають гриби та лишайники, для лукопасовищних – характеристики дернини, вид та інтенсивність їх використання. Окремо слід виділити садові екосистеми, оскільки вони, на відміну від лісових насаджень, передбачають застосування агроприйомів та систематичне винесення радіонуклідів з урожаєм.

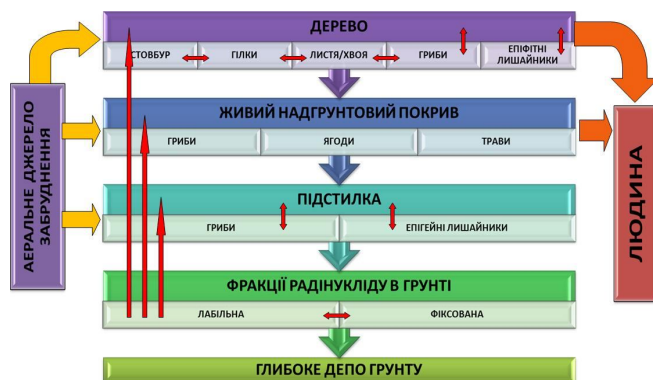


Рис. 3. Концептуальна модель міграції радіонуклідів у лісовій екосистемі

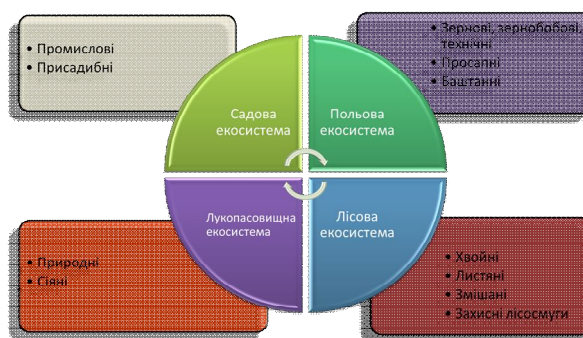


Рис. 4. Узагальнена графічна формалізація моделі перерозподілу радіонуклідів у елементах агроландшафту Українського Полісся

Встановлено, що типовий агроландшафт регіону досліджень може бути умовно поділений на субландшафти: польовий, лукопасовищний і садовий. Однак доцільно розглядати агроландшафт як єдине ціле, тобто систему взаємопов'язаних природних екосистем та агроекосистем.

Список використаних джерел

1. Грабак Н.Х., Топіха І.Н. та ін. Основи ведення сільського господарства та охорона земель. – К., 2005. – 796 с.
2. Краснов В.П. Прикладна радіоекологія лісу / [Краснов В.П., Орлов О.О., Бузун В.О. та ін.]: під ред. д. с.-г. н. проф. В.П. Краснова. – Монографія. – Житомир: "Полісся", 2007. – 680 с.
3. Ясковець І.І. Екомодель – динамічна модель для оцінки радіоекологічної ситуації. / І.І. Ясковець, В.А. Гірій, В.Р. Зайтов, В.А. Оніщук // Агроєкологія і біотехнологія. – 1999. – Вип. 3. – С. 25–35.
4. Goor F. Quantitative comparison of models of ^{137}Cs cycling in forest ecosystems / Goor F., Avila R. // Environmental Modelling & Software. – 18 (2003). – P. 273–279.