

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ПРОГНОЗУВАННЯ ВМІСТУ РАДІОНУКЛІДІВ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІЙ ПРОДУКЦІЇ

У статті наводиться аналіз стану ґрунтів, які потрапили під забруднення радіонуклідами. Проаналізований загальний стан вивченості даного питання. Також вказано на відомі методи і методики складання прогнозу накопичення радіонуклідів у сільськогосподарській продукції.

Авторами наведено методу складання графічного методу визначення накопичення радіонуклідів. Представлені рисунки з номограмами для визначення прогнозного вмісту радіонуклідів для різних сільськогосподарських культур, побудованих на основі математичних моделей вмісту ^{137}Cs у сільськогосподарських культурах залежно від показників родючості дерново-підзолистих ґрунтів.

Крім цього, для більш точного прогнозу вмісту радіонуклідів у сільськогосподарській продукції, авторами запропоновано використовувати залежність, яка враховує вміст у ґрунті гумусу та фізичної глини.

Ключові слова: радіонукліди, прогноз, забруднення, номограми, фізична глина, оглеєння, гумус, математична модель.

Постановка проблеми

Регіон Полісся займає приблизно 20% території України, серед яких більше 15% сільськогосподарських угідь і 13% орних земель. До 90% площі всіх ґрунтів

Полісся забруднені радіонуклідами, що осіли на ґрунтовий покрив у результаті аварії на ЧАЕС [19].

Забруднення ґрунту біологічно-активними радіонуклідами цезію-137 та стронцію-90 спричинило великі складності при веденні сільськогосподарського виробництва. Бідний мінералогічний склад дерново-підзолистих ґрунтів Українського Полісся обумовлений легким гранулометричним складом, що визначає несприятливі водно-фізичні, фізико-хімічні та агрохімічні властивості цих ґрунтів.

Проблема полягає і в тому, що регіон Полісся складається з різних типів ґрунтів, які відрізняються між собою як складом, так і генезисом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Більша половина (до 60%) території Полісся зайнята дерново-підзолистими ґрунтами, які характеризуються цілим рядом властивостей, що спричиняють швидку міграцію радіонуклідів у системі «ґрунт–рослина» [19].

За останні роки також проведено значний обсяг експериментальних та теоретичних досліджень, які дали змогу розробити наукову концепцію освоєння й окультурення гідроморфних ґрунтів Полісся України [19, 20].

У публікаціях останніх років прослідковується думка, що меліорація та сільськогосподарське використання ґрунтів Полісся в одних випадках призводить до підвищення їх ефективної родючості, інших – до прогресивного розвитку деградації ґрунтів [1, 9, 10,]. Це можна пояснити тим, що автори, висвітлюючи проблеми окультурення, мало уваги приділяли вивченню екологічних наслідків освоєння ґрунтів регіону.

Після катастрофи на ЧАЕС основна маса радіонуклідів сконцентрувалася у верхньому шарі ґрунту. Серед заходів, які були рекомендовані щодо ведення сільськогосподарського виробництва, пропонувалося захоронення забрудненого шару ґрунту та внесення підвищених доз фосфорно-калійних добрив [1–4].

Серед факторів, які визначають рухомість радіонуклідів, можна виділити такі: 1) метеорологічні умови; 2) властивості речовини, у складі якої радіонукліди надходять у біосферу; 3) фізико-хімічні властивості радіонуклідів; 4) склад, властивості та особливості генезису ґрунтів [1,7–9].

Зняття та захоронення верхнього шару доцільно лише при високих щільностях забруднення ґрунту [11–13], але цей захід має обмежене застосування. Проблема не тільки в тому, щоб рівні вмісту радіонуклідів у сільськогосподарських культурах не перевищували встановлених норм, але і в тому, щоб отримувати продукцію з мінімальним вмістом радіонуклідів. Здійснення цієї мети можливо лише при поєднанні 3-х груп заходів: організаційних, агротехнічних та технологічних. Наразі найбільш широко використовується комплекс агрономічних заходів, таких, як внесення підвищених доз мінеральних, органічних добрив, вапна та інших меліорантів.

Ефективність цих прийомів з часом змінюється, що необхідно враховувати при прогнозуванні рівнів забруднення сільськогосподарської продукції та обґрунтуванні повторних циклів проведення заходів [13].

Відомі методики й методи прогнозування вмісту радіонуклідів у сільськогосподарській продукції та культурах, які базуються на розрахунку вмісту радіонуклідів в сільськогосподарську продукцію та культури, які базуються на розрахунку вмісту радіонуклідів з використанням показників щільності, забруднення ґрунту, коефіцієнту переходу радіонуклідів до культур [11].

Відомі також методи розрахунку вмісту радіонуклідів в культурах, в основу яких покладено використання рівнянь залежності цього показника від наявності в ґрунті сполук азоту, фосфору, калію та кислотності ґрунту [1].

Складання прогнозу в цьому випадку ускладнюється підбором коефіцієнтів переходу для окремих відмін й різновидностей дерново- підзолистих ґрунтів та затратою часу і коштів на визначення показників властивостей ґрунту.

У зв'язку з цим, виникає необхідність у розробці і використанні більш простих та надійних методик й методів прогнозу надходження радіонуклідів до сільськогосподарських культур на дерново-підзолистих ґрунтах Полісся.

Мета, завдання та методика досліджень

Методика складання прогнозу полягає в тому, що для побудови номограм використовуються вже обраховані значення вмісту цезію-137 у сільськогосподарській продукції та значення показників родючості дерново-підзолистих ґрунтів. На основі цих даних і будуються номограми. Методика складання прогнозу вмісту радіонуклідів у сільськогосподарській продукції описана у літературі [12], тому, в даному випадку, ми не будемо наводити її повністю.

В основу розробки методики і методу покладені дані обстежень полів 42 господарств Рівненської і Житомирської областей. За основні показники взято: вміст фізичної глини, вміст гумусу, ступінь оглеєності, що найбільш повно характеризує склад та генезис цих ґрунтів. Інформація про них міститься в генетичній назві ґрунту та картографічних матеріалах агрохімічних турів обстеження.

Результати досліджень

Математична обробка експериментальних даних та даних 42 господарств показує, що залежність надходження радіонуклідів до сільськогосподарських культур, залежно від оглеєності, вмісту фізичної глини та гумусу, описується рівнянням гіперболи, а ступінь оглеєння – рівнянням параболи другого порядку. Кореляційні відношення отриманих залежностей коливаються в межах 0,89–0,98, що свідчить про тісний зв'язок між вказаними факторами (таблиця 1).

Таблиця 1. Математичні моделі вмісту Cs-137 у сільськогосподарських культурах залежно від показників родючості дерново-підзолистих ґрунтів

Показники	Багаторічні трави	Вико-вівсяна суміш	Овес
Вміст фізичної глини, %	$y = \frac{21,9 + 469}{x}$	$y = \frac{15,9 + 435,5}{x}$	$y = \frac{21,6 + 132,4}{x}$
Вміст гумусу, %	$y = 1,48 + \frac{30,5}{x}$	$y = 21,87 + \frac{35,6}{x}$	$y = 4,95 + \frac{8,05}{x}$
Ступінь оглешення, %	$y = 2307x^2 - 4337x + 2283$	$y = 370x^2 - 670x + 342$	$y = 374x^2 - 679x + 340$

Але даний метод розрахунку, хоча він дуже зручним, одночасно є громіздким, а значить, збільшує час на складання подальшого прогнозу. Виходячи з цього, пропонується більш швидкий метод складання прогнозу вмісту радіонуклідів у сільськогосподарській продукції. Таким методом є графічний метод. Суть його полягає в тому, що щільність забруднення сільськогосподарської продукції радіонуклідами можна визначити за допомогою номограм.

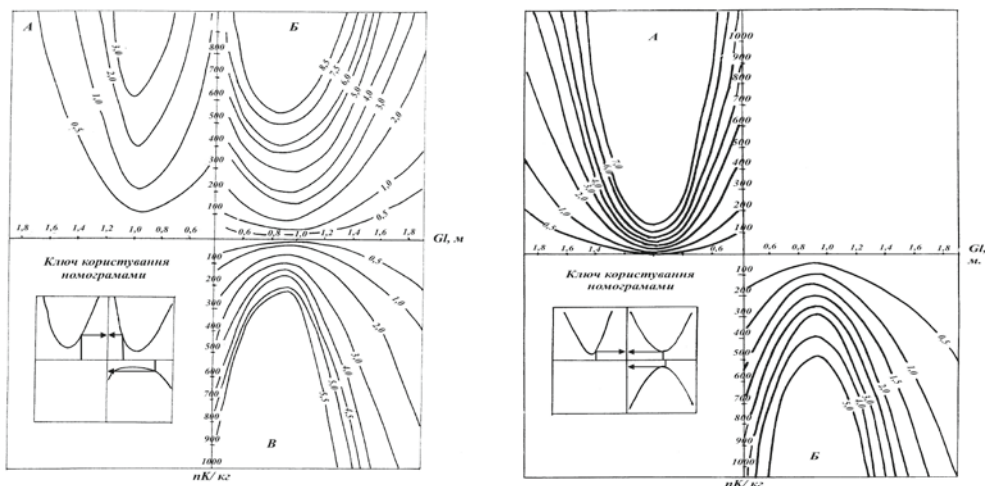


Рис. 1. Номограми визначення вмісту Cs-137 (нК/кг) у сільськогосподарській продукції залежно від ступеня оглешення:

I. А – багаторічні трави; Б – викосуміш; В – овес;
II. А – природні трави; Б – конюшина

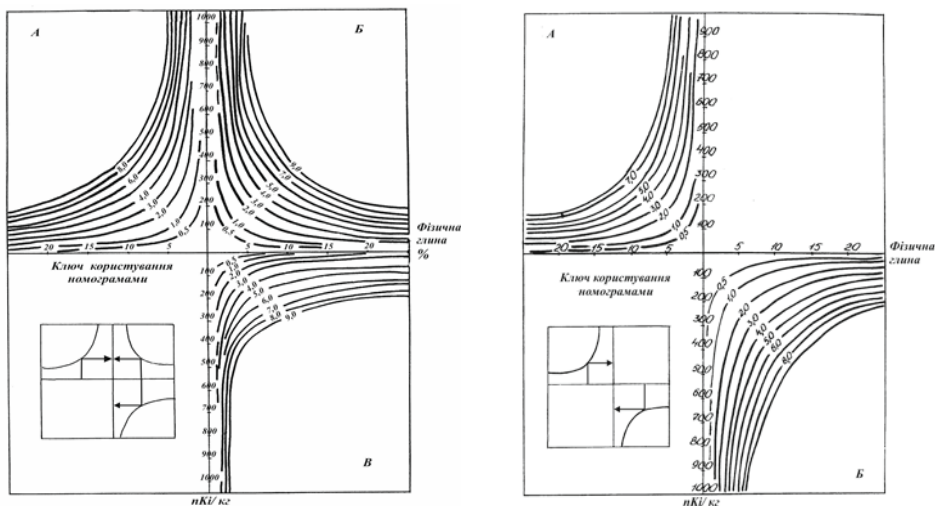


Рис. 2. Номограми визначення вмісту Cs-137 (nKi/kg) у сільськогосподарських культурах, дерново-підзолистих ґрунтах різного гранулометричного складу: I. А – багаторічні трави; Б – викосуміш; В – овес. II. А – природні трави; Б – конюшина.

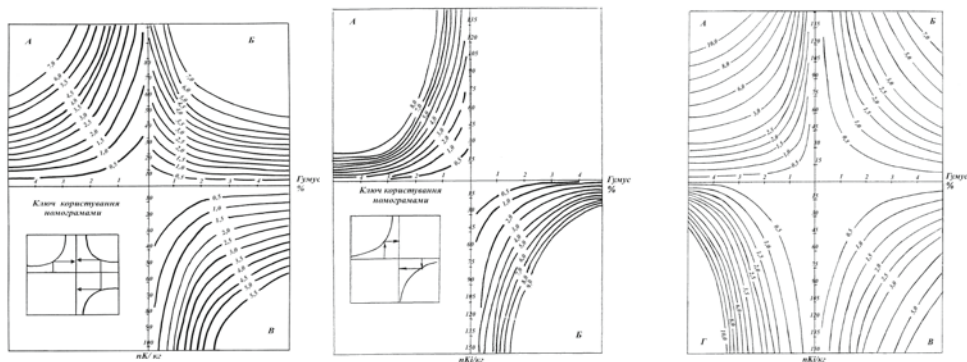


Рис. 3. Номограми визначення вмісту Cs-137 (nKi/kg) у сільськогосподарській продукції, дерново-підзолистих ґрунтах залежно від вмісту гумусу:
I. А – багаторічні трави; Б – овес; В – викосуміш;
II. А – природні трави; Б – конюшина;
III. А – жито; Б – картопля; В – кукурудза на з.м.; Г – льон.

При цьому, криві номограм будуються відповідно для кожної щільності забруднення від $0,5 \text{ Кі/км}^2$ до 10 Кі/км^2 . Номограми представлені на рисунках (рис.1–3) з наведеним ключом користування.

Наприклад, якщо ґрунт зі щільністю забруднення 1 Кі/км^2 має оглеєність $0,8 \text{ м}$, вміст фізичної глини – 7% та вміст гумусу – $1,5\%$, то надходження цезію-137 до багаторічних трав (сіно), згідно із номограмами буде складати, залежно від оглеєння, 260 нКі/кг , від вмісту фізичної глини – 70 нКі/кг та вмісту гумусу – 23 нКі/кг .

Розрахунок вмісту цезію-137 у багаторічних травах згідно із рівняннями, наведених у таблиці 1, засвідчує, що при цих же показниках родючості рівень забруднення буде складати від оглеєності $263,8 \text{ нКі/кг}$, вмісту фізичної глини – $70,1 \text{ нКі/кг}$, вмісту гумусу – $21,8 \text{ нКі/кг}$.

Отримані результати несуттєво відрізняються від величин, отриманих згідно із запропонованим графічним методом. Виходячи з цього, розроблений графічний метод встановлення щільності забруднення сільськогосподарських культур пропонується для використання у фермерських та кооперативних господарствах.

Поряд з цим, нами, для більш точного прогнозу вмісту радіонуклідів у сільськогосподарській продукції, запропонована залежність, яка враховує вміст в ґрунті гумусу та фізичної глини. Залежність має вигляд багаточлену

$$Y = a + bx_1 + cx_2, \quad (1)$$

де Y – вміст в сільськогосподарській продукції цезію-137 (нКі/кг);

X_1 – вміст гумусу (%);

X_2 – вміст фізичної глини (%);

a, b, c – коефіцієнти залежності. Для багаторічних трав рівняння має вигляд

$$Y = -31050,31 + 4333,35 \times 1 + (-46747,83) \times 2. \quad (2)$$

За даними, отриманими в результаті розрахунку із залежності (2) та рівняннями, наведеними в таблиці 1, при вмісті в ґрунті гумусу 1% і 10% фізичної глини видно, що різниця за розрахованими величинами складає 3 нКі/км .

Таким чином, проведені дослідження показують, що внесення в дерново-підзолисті ґрунти меліорантів (суглинку, мергелю, торфу та туфу) сприяє підвищенню врожайності сільськогосподарських культур й зниженню надходження цезію-137 до рослинницької продукції.

Найвищу врожайність сільськогосподарських культур та найбільше зменшення міграційної здатності цезію-137 у системі «ґрунт–рослина» забезпечує внесення під сільськогосподарські культури 300 т/га суглинку на цих ґрунтах, 40 т/га мергелю або 10 т/га туфу за фоном повного мінерального добрива.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Таким чином, запропоновано метод прогнозу рівнів забруднення сільськогосподарської продукції ряду сільськогосподарських культур на основі використання номограм залежно від основних показників дерново-підзолистих ґрунтів, який достатньо простий та зручний для використання у виробництві.

На перспективу планується продовжити роботу з удосконалення та підвищення точності запропонованого методу.

Література

1. *Веремеенко С. И.* Экологические принципы мелиорации и окультуривания почв Полесья Украины / *С. И. Веремеенко* // Биоконверсия органических отходов и охрана окружающей среды : тезисы докл. IV конгресса. – К., 1996. – С. 199.
2. *Вознюк С. Т.* Торфяные почвы Полесья и лесостепи УССР (свойства, окультуривание и повышение эффективности плодородия) : дис. ... доктора с.-х. наук / *С. Т. Вознюк*. – Харьков, 1969. – 37 с.
3. *Вознюк С. Т.* Геохимические особенности и плодородие почв УССР / *С. Т. Вознюк* // Тр. Харьковского СХИ им. *В. В. Докучаева*. – 1969. – Т. 23 (90). – С. 83–93.
4. *Вознюк С. Т.* Окислительно-восстановительный режим осушаемых торфяных почв Полесья УССР / *С. Т. Вознюк, Н. А. Клименко* // Почвоведение. – 1983. – № 3. – С. 127–133.
5. *Клименко Н. А.* Эволюция плодородия гидроморфных почв Полесья УССР под влиянием комплексных мелиораций : автореф. дисс. на соискание учен. степени доктора с.-х. наук / *Н. А. Клименко*. – Харьков, 1989. – 32 с.
6. *Клименко Н. А.* Почвенные режимы гидроморфных почв Полесья УССР / *Н. А. Клименко*. – К. : Изд-во УСХА, 1990. – 174 с.
7. *Клименко Н. А.* Окислительно-восстановительный режим осушаемых дерново-подзолистых почв Полесья УССР / *Н. А. Клименко, С. И. Веремеенко* // Почвоведение. – 1988. – № 4. – С. 31–37.
8. Современные и перспективные задачи по управлению плодородия почв Украинской ССР / *Б. С. Носко, В. В. Медведев, Р. С. Трускавецкий, Г. Я. Чесняк* // Почвы Украины и повышение их плодородия. – К. : Урожай, 1988. – Т. 2. – С. 161–174.
9. *Клименко Н. А.* Проблемы окультуривания загрязненных радионуклидами дерново-подзолистых почв / *Н. А. Клименко, С. И. Веремеенко* // Экология Полесья: проблемы, современность, будущее.. – 1993. – ч. 2. – С. 150–152.
10. *Кваша М. К.* Почвы Ровенской области / *М. К. Кваша*. – Львов : Каменяр, 1970. – 98 с.
11. *Перепелятникова Л. В.* Миграция радионуклидов в системе почва-растение в богарном земледелии / *Л. В. Перепелятникова* // Радиозекология орошаемому земледелию. – М. : Энергоатомиздат, 1985. – С. 32–63.

12. Влияние ландшафтно-геохимических особенностей зоны отселения ЧАЭС на горизонтальную миграцию радионуклидов / *Л. В. Перепелятникова, Б. С. Пристер, Н. М. Архипов* [и др.] // Проблемы сельскохозяйственной радиозэкологии – Десять лет спустя после аварии на Чернобыльской АЭС : тез. докл. 2-ой междунар. конф. – Житомир, 1996. – С. 215–217.

13. *Перепелятников Г. П.* Накопление радионуклидов в сельскохозяйственных растениях при орошении / *Г. П. Перепелятников* // Радиозэкология орошаемому земледелию. – М. : Энергоатомиздат, 1985. – С. 64–110.
