

УДК 504 : 633.3 (631.963 + 546.36)

ПРОГНОСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА НА РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ АГРОЛАНДШАФТАХ ПОЛІССЯ

В.П. Феценко

*кандидат сільськогосподарських наук, доцент
провідний науковий співробітник відділу землеробства та меліорації*

В.В. Гуреля

*кандидат сільськогосподарських наук
старший науковий співробітник відділу землеробства та меліорації*

Інститут сільського господарства Полісся НААН

Визначено методологічні основи управління системою радіоекологічної безпеки, що передбачають сукупність підходів, методів, теорій, які визначають цільове призначення практичних результатів дослідження. Обґрунтовано доцільність використання системи прогнозування екологічної безпеки при сільськогосподарському виробництві в умовах радіоактивного забруднення, на відміну від традиційного підходу щодо обмеження використання радіоактивно забруднених земель. Визначальним чинником взято коефіцієнт переходу ^{137}Cs в ланці «грунт — рослина».

Ключові слова: щільність забрудненості, питома активність ^{137}Cs , кормові культури, дерново-підзолистий ґрунт.

.....

Незважаючи на те, що з моменту аварії на ЧАЕС відбувся напіврозпад ^{137}Cs та ^{90}Sr , екологічна ситуація на радіоактивно забруднених територіях не поліпшилася: до 80% радіонуклідів від їх загальної кількості в ґрунті зосереджено в орному шарі. Крім того, існує ціла низка соціально-економічних проблем, а саме [1]:

- призупинення фінансування державних Програм «Радіологічний захист населення та екологічне оздоровлення території, що зазнала радіоактивного забруднення»;

- відсутність хімічної меліорації як основної складової частини контрзаходів та недостатня кількість внесення мінеральних добрив;

- порушення сівозмін, недотримання технологій вирощування сільськогосподарських культур;

- через недостатню інформованість населення про щільність забрудненості угідь та використання їх для випасів і сінокосів виробляється м'ясо-молочна продукція, в якій питома активність радіонуклідів значно перевищує встановлені нормативи;

- відсутність екологічно обґрунтованих підходів на рівні сільських і селищних рад до формування кормової бази приватного сектора, який формує понад 85% ринку молока і м'яса, тощо.

Виходячи з цього, виникає потреба в розробленні комплексу заходів безпечного використання радіоактивно забруднених агроландшафтів, що будуть направлені на вирішення

проблемних питань у веденні колективних, фермерських, присадибних господарств в економічних умовах сьогодення і сприятимуть зменшенню накопичення ^{137}Cs у кормах, а також зниженню коефіцієнтів переходу радіонуклідів у ланці «грунт—рослина».

Кількість радіоактивних речовин, що потрапляють із ґрунту до рослини, залежить від рівня забрудненості ними території, типу ґрунту, забезпеченості його елементами живлення, типу його обробітку, виду культури, погодних умов, інтенсивності накопичення рослинами біомаси тощо. Врахування цих чинників має важливе практичне значення в прогнозуванні накопичення радіонуклідів урожаєм [2, 3].

За однакової щільності забрудненості території радіоактивні речовини можуть нагромаджуватися в деяких видах рослин через позакореневе надходження в значно більших кількостях, ніж безпосередньо з ґрунту; надходження радіоактивних речовин до рослини через наземні органи можливе здебільшого в період випадання їх часток, тоді як поглинання їх коренями може відбуватись упродовж дуже тривалого часу. Ступінь радіоактивної забрудненості різних частин рослин може істотно змінюватися залежно від шляхів надходження радіоактивних речовин і місця їх поглинання. Так, для злаків, овочів за позакореневого надходження радіоактивних часток ймовірність забруднення врожаю більша, ніж за кореневого, тоді як для коренеплідних і бульбоплідних — навпаки [4].

На одному й тому самому ґрунті накопичення радіонуклідів різними рослинами може відрізнитись в декілька разів. Визначним чинником у цьому є біологічні особливості рослин, а саме — видові та сортові особливості. Так, потреба рослини в калію визначає більше накопичення його аналогу — цезію. Крім цього, надходження радіонуклідів у рослини залежить від розподілу кореневої системи в ґрунті, її продуктивності, тривалості вегетаційного періоду тощо [5].

Таким чином, використовуючи видовий і сортовий підбір сільськогосподарських культур та знаючи їхні коефіцієнти переходу, можна здійснити прогностичний аналіз міграції радіонуклідів по трофічних ланцюгах, а також визначити допустиму щільність забрудненості агроландшафтів, придатних для їх вирощування. Саме це було поставлено за мету наших досліджень.

Дослідження проводили в стаціонарних польових умовах поблизу с. Христинівка на дерново-підзолистому супіщаному ґрунті. Агротехніка вирощування — загальноприйнята для зони Полісся.

Досліджували такі сільськогосподарські культури:

- Амарант гібридний (*Amaranthus* L.);
- Козлятник східний (*Galega officinalis* L.);
- Лядвенець рогатий (*Lotus corniculatus* L.);
- Щавель гібридний Румекс ОК-2 (*Rumex patientia* L. x *Rumex tiansokanikus*);
- Китайбелія виноградолиста (*Kitaibelia vitifolia* Wild);
- Свєрбига східна (*Bunias Orientalis* L.);
- Сильфій пронизанолистий (*Silphium perfoliatum* L.);
- Топінамбур рожевий (*Helianthus tuberosus*);
- Чорноголовник багатощлюбний (*Poterium sanguisorba* L.).

Хімічні властивості орного шару дерново-підзолистого середньосупіщаного ґрунту:

- вміст гумусу — 1,2%;
- pH сольове — 6,21;
- гідролітична кислотність — 1,5;
- вміст кальцію — 8,6 мг/кг;
- вміст фосфору — 173,8 мг/кг;
- вміст калію — 17,5 мг/кг;
- вміст гідролізованого азоту — 46 мг/кг.

Щільність забрудненості ґрунту ^{137}Cs становила 850 кБк/м².

Радіологічними дослідженнями найбільшу питому активність ^{137}Cs зафіксовано в амаранта гібридного в 2010 р. (табл. 1).

Порівняно з травостоєм природного пасовища меншу питому активність ^{137}Cs виявлено в лядвинцю рогатому, сильфію пронизанолистому, топінамбуру рожевому, китайбелії виноградолистій, чорноголовнику багатощлюбному, свєрбиги східній, козлятнику східному та щавлі гібридному, тому можна рекомендувати ці культури до використання як альтернативу травостою природного пасовища.

Найменший коефіцієнт переходу ^{137}Cs з ґрунту в рослину визначений у сильфію пронизанолистому (0,32) та топінамбуру рожевому (0,41). У структурі рослини найменший коефіцієнт у стеблі, а найбільший у листі. У топінамбуру рожевому найменший коефіцієнт переходу спостерігається в коренеплодах (0,01) (табл. 2).

Для більшості культур найвища питома активність ^{137}Cs у фазі сходів та стеблування. У фазі досягання питома активність зменшується, що пояснюється приростом біомаси. Для таких культур, як топінамбур рожевий та сильфій пронизанолистий; це явище також можна пояснити опадом нижніх листків, для яких характерна висока питома активність ^{137}Cs .

Перш ніж рекомендувати впроваджувати культури в сільськогосподарське виробництво, було проведено порівняння щодо накопичення ^{137}Cs традиційними культурами (табл. 3).

З таблиці видно, що використання зеленої маси рекомендованих інтродукованих рослин дає змогу більш ніж удвічі знизити питому активність корму порівняно з кормом, що традиційно використовується на території радіоактивного забруднення. При використанні коренеплодів топінамбура рожевого як альтернативи картоплі та буряка кормового питому активність ^{137}Cs можна знизити в 4,1 раза.

У тваринництві визначальними чинниками формування питомої активності продукції є добове надходження радіонуклідів до організму тварин з раціоном, яке залежить від складу раціону, технологій утримання та годівлі худоби. Кінцевий результат значною мірою зумовлений ступенем перероблення сільськогосподарської продукції, насамперед молока. На радіаційний стан значно впливають також технології та обсяги проведення контрзаходів, пов'язаних з раціональним добором раціону, який збалансований за питомою активністю радіонуклідів [3].

Прогнозовану питому активність радіонуклідів у продуктах тваринництва ($A_{\text{прог}}$) розраховують за формулою:

$$A_{\text{прог}} = \frac{A_{\text{рац}} \times K_{\text{п}}}{100}, \quad (1)$$

Таблиця 1

Питома активність ^{137}Cs в рослинах, Бк/кг сухої маси

Рослини	Роки							
	2008		2009		2010		2011	
	Конт- роль	$\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$	Конт- роль	$\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$	Конт- роль	$\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$	Конт- роль	$\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$
Травостій пасовища	1350	–	1126	–	1203	–	1229	–
Лядвенець рогатий	975	724	1112	762	1057	756	1052	750
Сильфій пронизанолистий	250	201	289	221	321	231	294	226
стебла	183	133	129	118	139	136	145	121
листя	455	291	412	332	418	345	435	328
Топінамбур рожевий	521	356	314	324	283	279	370	313
коренеплоди*	55	52	47	42	55	52	52	50
стебла	243	154	124	135	149	137	172	142
листя	612	502	514	467	590	498	572	489
Китайбелія виногадолиста	821	735	986	763	944	770	917	756
Амарант гібридний	2351	2145	3240	2567	3337	2914	2976	2542
Чорноголовник багатошлюбний	842	803	1045	878	1083	944	990	875
Свербіга східна	421	383	359	317	348	275	376	325
Козлятник східний	583	442	564	459	581	485	576	462
Щавель гібридний Румекс ОК-2	463	467	556	512	538	509	519	496
НІР_{05}	15	10	17	11	15	12	14	12

Примітка: * — питому активність ^{137}Cs визначали в сирій масі.

Таблиця 2

Коефіцієнти накопичення та переходу ^{137}Cs (середнє за 2008–2011 рр.)

Вид рослин	КН	КП	+–
Травостій пасовища	0,27	1,33	–
Лядвинець рогатий	0,24	1,14	–0,19
Сильфій пронизанолистий:	0,07	0,32	–1,01
стебла	0,03	0,16	–1,16
листя	0,10	0,47	–0,85
Топінамбур рожевий	0,09	0,41	–0,91
коренеплоди	0,01	0,06	–1,27
стебла	0,04	0,19	–1,13
листя	0,13	0,64	–0,69
Китайбелія виноградолиста	0,22	1,05	–0,27
Амарант гібридний	0,70	3,41	2,08
Чорноголовник багатошлюбний	0,23	1,12	–0,21
Свербіга східна	0,09	0,42	–0,91
Козлятник східний	0,13	0,64	–0,68
Щавель гібридний Румекс ОК-2	0,12	0,59	–0,74

Таблиця 3

Порівняльна характеристика питомої активності ^{137}Cs та коефіцієнтів переходу та накопичення (середнє за 2008–2011 рр.)

Рослини	Питома активність, Бк/кг	КН	КП	Різниця КП
<i>Зелена маса</i>				
Травостій пасовища	1227	0,27	1,33	–
Кукурудза	785	0,18	0,86	–
Сильфій пронизанолистий	289	0,07	0,32	–1,01
Топінамбур рожевий	372	0,09	0,41	–0,91
Свербіга східна	376	0,09	0,42	–0,91
Козлятник східний	576	0,13	0,64	–0,68
Щавель гібридний Румекс ОК-2	519	0,12	0,59	–0,74
<i>Коренеплоди</i>				
Картопля	132	0,04	0,21	–
Буряк кормовий	237	0,06	0,35	–
Топінамбур рожевий	58	0,01	0,06	–0,18

де $A_{\text{рац}}$ — сумарна питома активність радіонуклідів добового раціону; визначається як сума множин питомої активності радіонукліду та маси корму, що поїдається за добу, Бк; $K_{\text{П}}$ — коефіцієнт переходу радіонукліду з корму в 1 кг продукту (відсоток від питомої активності в раціоні на 1 кг продукту), % (табл. 4).

Згідно з вимогами ДР-2006, питома активність ^{137}Cs у молоці та молочній продукції не повинна перевищувати 100 Бк/л, ^{90}Sr — 20 Бк/л. Для одержання такого молока при низькій якості кормів, середньодобовому надої від корови 10 л у раціоні повинно бути не більше ніж 10 кБк ^{137}Cs і 15,4 кБк ^{90}Sr . Якщо забрудненість кормів радіонуклідами не перевищує

гранично допустимих рівнів, то добовий раціон складають за існуючими нормами (табл. 5).

Для моделювання допустимої щільності забрудненості ^{137}Cs ґрунту з метою вирощування інтродуцентів на корм було використано дані раціону тварини, гранично допустимий рівень питомої активності ^{137}Cs в продукції тваринництва (ДР-2006) та коефіцієнт переходу ^{137}Cs в системі ґрунт–рослина. Отримані дані (табл. 6) свідчать, що для різних видів тваринництва допустима щільність забрудненості ^{137}Cs ґрунту для вирощування інтродуцентів коливається в межах 2,3–8,8 Кі/км².

З наведених даних видно, що для вирощування інтродуцентів на згодовування коровам з

Таблиця 4

Середні значення коефіцієнтів переходу ($K_{\text{П}}$) радіонуклідів із добового раціону в продукцію тваринництва

Вид продукції	Радіонукліди	
	^{137}Cs	^{90}Sr
Молоко корів	1,0	0,14
Молоко кіз	6,0	0,60
Яловичина	4,0	0,04
Конина	8,0	0,08
Свинина	15,0	0,10
Баранина	15,0	0,10
М'ясо куряче	450,0	0,20
Яйця	3,5	3,20

Таблиця 5

Вихідні дані для розрахунку допустимої щільності забрудненості ^{137}Cs ґрунту

Вид продукції	Коефіцієнт переходу ^{137}Cs в продукцію	Добовий раціон, кг/добу	ДР-2006 для продукції, Бк/кг
Молоко корів	1	45	100
Молоко кіз	6	20	100
Яловичина віком до 6 міс	17	20	200
Яловичина віком понад 6 міс	4	45	200
Конина	8	20	200

Таблиця 6

Допустима щільність забрудненості території для вирощування рослин, кБк/км²

Рослини	Добрива N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀				
	Молоко корів	Молоко кіз	Яловичина віком до 6 міс	Яловичина віком понад 6 міс	Конина
Травостій пасовища	–	–	–	–	–
Лядвенець рогатий	273,5	102,6	72,4	136,8	153,8
Сильфій пронизанолистий	892,5	334,7	236,3	446,3	502,0
Топінамбур рожевий	633,6	237,6	167,7	316,8	356,4
Китайбелія виноградолиста	256,1	96,0	67,8	128,0	144,0
Амарант гібридний	76,3	28,6	20,2	38,2	42,9
Чорноголовник багатощлюбний	224,6	84,2	59,4	112,3	126,3
Свербіга східна	611,2	229,2	161,8	305,6	343,8
Козлятник східний	430,0	161,3	113,8	215,0	241,9
Щавель гібридний Румекс ОК-2	394,9	148,1	104,5	197,5	222,1

метою отримання молока можна використовувати сільськогосподарські угіддя зі щільністю забрудненості ^{137}Cs 695,5 кБк/м², для отримання м'яса конини — 391,2 кБк/м², яловичини віком понад 6 місяців — 347,7 кБк/м², а молодше ніж 6 місяців — 184,1 кБк/м².

Для використання угідь з найбільшою питомою активністю рекомендується вирощувати такі культури, як сильфій пронизанолистий, топінамбур рожевий, свербіга східна та щавель гібридний Румекс ОК-2.

Проте такий розрахунок притаманний лише для дерново-підзолистого ґрунту, оскільки коефіцієнт переходу на різних типах ґрунтів може відрізнятись у декілька разів.

При проведенні ж меліоративних заходів ґрунту, таких як внесення мінеральних добрив у кількості N₃₀P₆₀K₉₀, допустима щільність забрудненості збільшується в 1,3 раза.

ВИСНОВКИ

1. Прогнозування вмісту радіонуклідів у продуктах харчування є підставою для ефек-

тивного екологічно збалансованого керування сільськогосподарським виробництвом на радіоактивно забруднених територіях, що виведені з використання.

2. Для вирощування інтродукованих рослин як кормових культур для годівлі тварин з метою отримання молока, яке відповідає гігієнічному нормативу ДР-2006, можна використовувати сільськогосподарські угіддя зі щільністю забрудненості ґрунту ^{137}Cs 695,5 кБк/м², для отримання м'яса конини — 391,2 кБк/м², яловичини (віком понад 6 та до 6 місяців) — 347,7 та 184,1 кБк/м² відповідно.

3. Вирощування досліджуваних інтродуцентів на радіоактивно забруднених непридатних для сільськогосподарського використання ґрунтах порівняно з травостоем природних сіножатей та традиційних кормових культур дає можливість зменшити надходження ^{137}Cs до продукції тваринництва в 1,3–6 разів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Рекомендації по веденню сільськогосподарського виробництва в умовах радіоактивного забруднення північних районів Житомирщини, постраждалих у результаті аварії на Чорнобильській АЕС, на період 2011–2016 рр. / М.М. Дейсан, М.П. Дідківський, Ю.І. Савченко та ін. — Коростень: Друк, 2011. — С. 4–5.
2. Гудков І.М. Протирадіаційний захист агроценозів як основний шлях забезпечення радіаційної безпеки населення на забруднених радіонуклідами територіях / І.М. Гудков // Наук. праці — Техногенна безпека: ЧДУ ім. Петра Могили. — Т. 116. — Вип. 103. — С. 18–22.
3. Рекомендації: Технологічний проект по організації сільськогосподарського виробництва на забруднених радіонуклідами територіях на прикладі ДГ «Грозинське» / В.П. Фещенко, М.Д. Кучма, В.В. Гуреля; за ред. В.П. Фещенка. — Коростень: Друк, 2010. — 60 с.
4. Рахметов Д.Б. Інтродукція кормових рослин на радіоактивно забруднених територіях / Д.Б. Рахметов, В.П. Фещенко, В.В. Гуреля // Агроекологічний журнал. — 2011. — Вересень: Спец. випуск. — С. 83–87.
5. Пристер Б.С. Проблемы прогнозирования поведения радионуклидов в системе почва — растение // В кн. «Адаптация агроэкоосферы к условиям техногенеза» / Под ред. чл.-кор. АН РТ Ильязова Р.Г. — Казань: АН РТ, 2006. — С. 78–125.

УДК 338.242.2

МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ВИБОРУ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ У СФЕРІ НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОГО РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИКИ

Н.В. Караєва

кандидат економічних наук, доцент

М.В. Березницька

здобувач

Національний технічний університет України «КПІ»

Проведено систематизацію різносторонніх методичних підходів і прийомів прийняття рішень за умов високого рівня невизначеності та конфлікту інтересів. На цій основі обґрунтовано методичні аспекти вибору стратегічних напрямів розвитку енергетики України, що мають на меті забезпечити низьковуглецевий розвиток.

Ключові слова: низьковуглецевий розвиток, енергетика, ринкова економіка, критерії прийняття рішення, конфлікт інтересів.

Тема конфлікту — не нова для соціально-економічних досліджень. Протягом тривалого часу її розглядали економісти й соціологи на макrorівні в основному в контексті поняття класової боротьби за місце в системі відносин суспільно-економічного виробництва [1]. Сучасний етап розвитку економіки будь-якої держави характеризується максимальною комерціалізацією суспільних відносин, сформованою під впливом ринкової економіки і жорсткої конкуренції, підсиленою періодичними кризовими явищами, що загострює напруження, в тому числі й еколого-економічного характеру та створює конфліктні ситуації. У ринковій економіці конфлікти спричинені розбіжністю інтересів суб'єктів господарської діяльності з метою оволодіння якомога більшою часткою ресурсів та доходів, що призводить до встановлення загальних правил гри в полі соці-

ально-економічного обміну, тобто йдеться про узгодження інтересів різних суспільних груп.

Що стосується предмету дослідження, викладеного в цій статті, то сказати, що низьковуглецевий розвиток (НР) економіки та енергетики є базовою складовою концепції «зеленої економіки» та сталого розвитку будь-якої держави в ХХІ ст. НР в умовах сьогодення набуває статусу стратегії, що узгоджує пріоритети в сфері зміни клімату з цілями суспільно-економічного розвитку. Для України проблема НР підприємств енергетичної галузі вкрай актуальна, враховуючи значний рівень екодеструктивного впливу енергетики на довкілля. При цьому важливу роль відіграє механізм інвестиційного забезпечення, оскільки власних коштів у держави недостатньо ні для фінансування поточних потреб підприємств, ні для їх НР. Крім того, ефективність рішень