

ОЦІНКА ВПЛИВУ ПОКАЗНИКІВ САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНОГО І РАДІАЦІЙНОГО СТАНІВ НА ЕКОЛОГІЧНУ БЕЗПЕКУ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

¹Вінницький національний технічний університет

Наведено результати досліджень впливу показників санітарно-гігієнічного стану ґрунтів Рівненської області на ступінь її екологічної безпеки. Наведено результати досліджень впливу показників санітарно-гігієнічного стану ґрунтів Рівненської області на ступінь її екологічної безпеки. Розглянуто вміст в ґрунтах мікроелементів та важких металів (марганцю, цинку, міді, свинцю, кадмію), проаналізовано радіаційний стан ґрунтів за вмістом цезію-137 та густиною потоку радону з поверхні ґрунтів.

Оцінювання станів екологічної безпеки районів за показниками стимуляторів вмісту у ґрунтах мікроелементів бору і марганцю рекомендовано здійснювати за залежностями, які мають вигляд зростаючих парабол другого порядку, а для показників дестимуляторів вмісту цинку, міді, свинцю, кадмію, цезію-137, густини потоку радону — за залежностями, які мають вигляд спадних парабол другого порядку.

Встановлено, що екологічна безпека за вмістом бору оцінюється категоріями: 15 районів «безпека», 1 район «ризик»; за вмістом марганцю категоріями: 15 районів «безпека», 1 район «ризик»; за вмістом цинку оцінюється категоріями 16 районів «безпека»; за вмістом свинцю 15 районів «безпека», 1 район «загроза»; за вмістом міді категоріями: 12 районів «безпека», 1 район «ризик», 3 райони «загроза»; за вмістом кадмію категорією 16 районів «безпека».

За агрегованим показником екологічної безпеки санітарно-гігієнічний стан ґрунтів області оцінюється кількісними і якісними показниками, а саме у зоні Полісся від 0,85 до 0,91, що відповідає для 7 районів категорії «безпека», а у зоні Лісостепу від 0,72 до 0,91, що для 9 районів відповідає також категорії «безпека».

За вмістом цезію-137 екологічна безпека ґрунтів зони Полісся оцінюється категоріями: 2 райони «безпека», 1 район «ризик», 2 райони «загроза», 2 райони «небезпека», тоді як у зоні Лісостепу 9 районів «безпека», а за величиною густини потоку радону з поверхні ґрунтів зони Полісся екологічна безпека оцінюється категоріями 6 районів «безпека», 1 район «загроза», а у зоні Лісостепу категоріями: 1 район «ризик», 5 районів «загрози», 1 район «небезпека».

Агрегований показник екологічної безпеки радіаційного стану ґрунтів області оцінюється кількісно і якісно, а саме: у зоні Полісся від 0,27 до 0,81, що для 3 районів відповідає категорії «безпека», 2 районів «ризик», 2 райони «загроза», а у зоні Лісостепу від 0,62 до 0,80, що для 3 районів відповідає категорії «безпека», 6 районів «ризик».

Для послаблення дії дестимуляторів, а саме значного вмісту в ґрунтах зони Полісся цезію-137 та можливого його накопичення у сільськогосподарській продукції рекомендовано підтримувати в орних землях позитивний баланс гумусу за рахунок внесення диференційованих норм від 1 до 16 т/га органічних добрив та вапнування ґрунтів; за підвищеного виділення з поверхні ґрунтів радону та надходження його до будинків рекомендується їх провітрювати та облаштовувати під час будівництва екранування підвальних приміщень.

Ключові слова: мікроелементи, важкі метали, цезій-137, радон, екологічна безпека, безпека, ризик, загроза, небезпека, заходи.

Вступ

Забезпечення екобезпечного розвитку агросфери Рівненської області на сучасному етапі потребує вибору методів аналізу екоконструктивних (стимуляторів) екодеструктивних (дестимуляторів) факторів, їхнє оцінювання за кількісними і якісними показниками для об'єктивного визначення стану її екологічної безпеки (ЕБ) та обґрунтуванню управлінських рішень щодо її поліпшення на ближню і віддалену перспективу.

Найдоцільніше таку оцінку екологічної безпеки агросфери області слід здійснювати за показниками екобезпеки агросфер районів за трьома складовими, а саме: ресурсної, агроекологічної, антропоцентричної.

Разом з цим за даними досліджень встановлено, що між цими складовими екологічної безпеки на рівні агросфер районів існують взаємовпливи і взаємозв'язки.

Встановлено, що поширеність захворювання населення по районах області та смертність малюків до 1-го року, народжених живими, значною мірою зумовлюється показниками якості довкілля, а саме: площею лісів і лісовкритих площ; рухомими формами цинку; величинами густини потоку радону; викидами в атмосферу забруднювальних речовин; показниками невідповідності якості питної води нормативам [1].

Однак, недостатньо уваги приділяється встановленню факторів природного і антропогенного генезу, які негативно впливають на здоров'я населення, і піддаються регулюванню для зниження їхніх впливів як дестимуляторів на стан екологічної безпеки агросфер районів і області.

До таких факторів показників, що піддаються коригуванню слід віднести: вміст в ґрунтах рухомих форм мікроелементів, які характеризують санітарно-гігієнічний стан ґрунтів; вміст в ґрунтах цезію-137 та показник густини потоку радону з поверхні ґрунту, які використовують для оцінки радіаційного стану ґрунтів.

Мета роботи — оцінка впливу показників санітарно-гігієнічного, радіаційного станів на екологічну безпеку агросфери області та обґрунтування способів їхнього регулювання.

Досягнення мети передбачало виконання таких завдань: оцінювання екологічної безпеки агросфер районів за показниками санітарно-гігієнічного та радіаційного станів; обґрунтування способів послаблення дії показників дестимуляторів.

Об'єкт дослідження — вплив мікроелементів, важких металів та радіоактивного цезію-137 на рівень екологічної безпеки агросфер Рівненської області.

Предмет дослідження — показники якості довкілля, способи послаблення дії показників дестимуляторів.

Методи дослідження — методи аналізу, порівнянь, системного аналізу, кореляційного і регресійного аналізу з використанням програм Microsoft Excel.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Оцінювання екологічної безпеки агросфер районів за показниками санітарно-гігієнічного та радіаційного станів ґрунтового покриву здійснюють найчастіше за методикою, запропонованою З. В. Герасимчук і А. О. Олексюк (2007), яка передбачає усі показники цих станів переводити у шкалу від 0 до 1,0, а рівень екологічної безпеки оцінювати за шкалою: 1,0...0,6835 — «безпека»; 0,6835...0,4851 — «ризик»; 0,4851...0,1902 — «загроза»; 0,1902...0 — «небезпека» [2].

За рівнем небезпеки мікроелементи згідно з нормативними документами поділяються на три класи, в залежності від ступеня їх токсичної дії на організми, міграційним властивостям, персистентності в ґрунті і рослинах, впливу на харчову цінність сільськогосподарської продукції [3].

До 1-го класу (високо небезпечних речовин) відносять: кадмій, ртуть, свинець, цинк, селен, фтор. До 2-го класу (помірно небезпечні речовини) відносять: бор, кобальт, нікель, молібден, мідь, хром. До 3-го класу (мало небезпечні речовини) відносять: барій, марганець, стронцій.

Рослинам у малих кількостях потрібні такі мікроелементи, як марганець, цинк, мідь, кобальт, бор, молібден. Ці мікроелементи відіграють важливу роль у біохімічних процесах, входять до складу ферментів і регулюють їхню діяльність.

Характерною особливістю ґрунтового покриву Рівненської області є вміст у них розмаїття мікроелементів. Ґрунти зони Полісся є переважно дерново-підзолистими, бідними, насамперед на мідь, бор, кобальт, молібден. Чорноземні ґрунти лісостепової зони мають їх у значній кількості, проте у більшості випадків вони знаходяться у недоступних для рослин сполуках.

Враховуючи ці особливості, основним показником забезпечення ґрунту мікроелементами слід вважати вміст їх рухомих сполук.

Санітарно-гігієнічний стан орних земель агросфери Рівненської області оцінювали за показниками вмісту в них: мікроелементів (стимуляторів) бору та марганцю; важких металів (дестимуляторів): цинку, свинцю, міді та кадмію, надлишок і дефіцит яких змінює перебіг обмінних процесів в організмі людини і може спричинити багато захворювань [4].

Одночасно надлишок або нестача в ґрунтах мікроелементів і важких металів також негативно

впливає на ріст і розвиток сільськогосподарських культур, їх врожайність та якість продукції [5].

Вміст рухомих форм мікроелементів у ґрунтах західної біогеохімічної зони (Волинська, Рівненська області) становить: $B^{+2} — 0,18...1,03$ мг/кг; $Mn^{+2} < 11,3$ мг/кг; $Zn^{+2} — 0,6...1,3$ мг/кг; $Cd^{+2} < 0,1$ мг/кг.

Бор в організмі людини нормалізує обмін нуклеїнових кислот, підтримує і стимулює синтез білків, бере участь в регулюванні діяльності центральної нервової системи (ЦНС), впливає на функцію щитоподібної залози. Бор у рослинах регулює білковий і вуглецевий обмін, підвищує ефективність фотосинтезу та стійкість рослин до захворювань [5].

Марганець активізує окисно-відновні процеси, впливає на ріст і статевий розвиток, бере участь у кровотворенні людини [4]. У рослинах марганець відіграє важливу роль у творенні хлорофілу, сприяє підвищенню в них вмісту вуглеводнів, крохмалю і цукрів [5].

За токсичністю серед важких металів виокремлюють помірно токсичні (цинк, мідь) і найтоксичніші (свинець і кадмій) [3], [4].

Цинк бере участь у синтезі РНК, ДНК, процесах дихання, сприяє синтезу ферменту інсуліну, статевого гормону, нормалізує функцію гіпофізу, підшлункової залози [4], а у рослин бере участь у процесах фотосинтезу, вуглеводного обміну, змінює імунітет рослин [4]—[6].

У разі нестачі цинку наслідком можуть бути захворювання на діабет, бері-бері, простатит людини [4]—[6].

Мідь входить до складу білків і ферментів, бере участь у кровотворенні людини, а у рослин служить каталізатором вуглеводного і білкового, сприяє стійкості рослин до інфекційних захворювань і грибкових уражень [6], [7].

Свинець і кадмій виявляють канцерогенні властивості. Свинець викликає загальну токсикацію, захворювання ЦНС, нирок, печінки, накопичується у людини у кісткових тканинах. Кадмій входить до складу білкового комплексу, регулює вміст цукру в крові, підвищує кров'яний тиск. Кадмій спричиняє захворювання ЦНС, всі форми раку, цироз печінки тощо [4], [6], [8].

Радіаційний стан орних земель агросфер районів оцінювали за показниками вмісту в цих землях цезію-137, показників густини потоку радону (ГПР) з поверхні ґрунтів.

Поява підвищеного вмісту у ґрунтах зони Полісся цезію-137 пов'язана з наслідками аварії на ЧАЕС у 1986 році, що призвело до появи проблеми, пов'язаної із забрудненням сільськогосподарської продукції радіоцезієм, що може негативно впливати на поширеність захворювань населення у районах цієї зони.

Негативний вплив на здоров'я населення агросфери області чинять радон і дочірні продукти його розкладу, які віднесені до категорії канцерогенів 1-го класу.

За даними чисельних досліджень високі концентрації радону у будинках і приміщеннях де проживають або працюють люди, спричиняють їх захворюваність на рак легень, або впливають на розвиток онкологічних захворювань інших органів людини [9].

Аналіз цитованих наукових праць свідчить, що дія на довкілля як природних, так і антропогенних та техногенних факторів спричиняє поширення хвороб і захворюваності населення [1].

У зв'язку з цим виникає потреба дослідження стану екологічної безпеки агросфер районів за показниками санітарно-гігієнічного та радіаційного станів, які дадуть можливість не лише кількісно і якісно оцінити рівні їх екологічної безпеки, але також обґрунтувати способи, направлені на послаблення дії дестимуляторів та посилення дії стимуляторів.

Результати досліджень

Стан екологічної безпеки орних земель на території Рівненської області та районах характеризується вмістом рухомих форм мікроелементів, цезію-137 та величинами густоти потоку радону (ГПР) з поверхні ґрунту.

Величини коливань вмісту мікроелементів, цезію-137, густини потоку радону змінювалися впродовж 2014—2020 років несуттєво і коливались по районах в діапазонах: бору — від 0,45 до 0,86; марганцю — від 11,3 до 48,0; цинку — від 0,6 до 1,2; міді — від 0,09 до 0,46, свинцю — від 0,8 до 4,2; кадмію — від 0,08 до 0,39 мг/кг; цезію — від 0,01 до 0,94 Кі/км²; ГПР — від 9,0 до 89 мБк/(м²·с).

Слід зазначити, що низькі і високі значення вмісту рухомих форм мікроелементів, присутність в ґрунті цезію-137, високих значень ГПР будуть свідчити як про незадовільний санітарно-гігієнічний, радіаційний стани, так і стан їх екологічної безпеки.

Методика оцінювання впливу цих показників на стан екологічної безпеки агрофери області передбачала розрахунок за двома інтегрованими показниками, а саме: санітарно-гігієнічного та радіаційного станів.

Показники екологічної безпеки (вміст мікроелементів в орних землях, вміст цезію-137, ГПР) рекомендується визначати за залежностями, які мають вигляд: для показників стимуляторів — зростаючих парабол, а для дестимуляторів — спадних парабол з переведенням фактичних показників у шкалу від 1,0 до 0, а оцінювання ступеня екологічної безпеки за шкалою: 1,0...0,6835 — «безпека»; 0,6835...0,4851 — «ризик»; 0,4851...0,1902 — «загроза»; 0,1902...0 — «небезпека» [1].

Для розрахунку станів екологічної безпеки за вмістом в орних землях мікроелементів: бору, марганцю (стимуляторів); цинку, міді, свинцю, кадмію (дестимуляторів) рекомендується використовувати отримані авторами залежності, які мають вигляд зростаючих (A_1, A_2) і спадних ($A_3—A_6$) парабол другого порядку (табл. 1).

Таблиця 1

Результати регресійного і кореляційного аналізу показників екологічної безпеки агрофери області за показниками санітарно-гігієнічного стану ґрунтів

Назва показника	Вид рівняння	Min	Max	R^2
Вміст в орних землях бору, мг/кг	$A_1 = -0,586x_1^2 + 1,748x_1 - 0,015$	0	0,8	0,99
Вміст в орних землях марганцю, мг/кг	$A_2 = 0,001x_2^2 + 1,014x_2 + 0,0299$	0	21	0,54
Вміст в орних землях цинку, мг/кг	$A_3 = -0,019x_3^2 - 0,086x_3 + 0,002$	0	5	0,99
Вміст в орних землях міді, мг/кг	$A_4 = -2,051x_4^2 - 0,76x_4 + 1,014$	0	0,51	0,99
Вміст в орних землях свинцю, мг/кг	$A_5 = -0,021x_5^2 - 0,083x_5 + 0,992$	0	5	0,99
Вміст в орних землях кадмію, мг/кг	$A_6 = -0,132x_6^2 - 0,215x_6 + 1,003$	0	2	0,99

Примітка: $A_1—A_6$ — показники екологічної безпеки у шкалі від 0 до 1; $x_1—x_6$ — показники вмісту в орних землях мікроелементів.

На підставі розрахунків за залежностями, наведеними у табл. 1, визначені категорії екологічної безпеки як для окремих показників, так і їхнього санітарно-гігієнічного стану (табл. 2).

Таблиця 2

Розрахунок показників екологічної безпеки орних земель агрофери області за показниками санітарно-гігієнічного стану (за 2010—2015 рр.)

№	Назва районів	Вміст рухомих форм мікроелементів, мг/кг												Агрегований показник	Якісний показник ЕБ
		B^{2+}		Mn^{2+}		Zn^{2+}		Pb^{2+}		Cu^{2+}		Cd^{2+}			
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
1	Березнівський	0,45	0,56	18,7	0,91	0,6	0,94	0,8	0,91	0,16	0,84	0,11	0,98	0,87	безпека
2	Володимирецький	0,70	0,92	16,3	0,79	0,8	0,92	1,2	0,86	0,24	0,71	0,12	0,98	0,86	безпека
3	Дубровицький	0,57	0,79	17,7	0,86	0,8	0,92	1,1	0,88	0,20	0,78	0,08	0,99	0,87	безпека
4	Заріченський	0,86	1,0	11,3	0,58	0,8	0,92	1,0	0,89	0,22	0,75	0,14	0,97	0,85	безпека
5	Костопільський	0,52	0,74	22,1	1,0	0,7	0,93	0,8	0,91	0,17	0,83	0,11	0,98	0,90	безпека
6	Рокитнівський	0,79	1,0	16,4	0,80	1,2	0,87	1,1	0,88	0,09	0,93	0,09	0,98	0,91	безпека
7	Сарненський	0,68	0,90	17,2	0,84	1,0	0,90	1,3	0,85	0,20	0,78	0,11	0,98	0,88	безпека
	По Полісся	0,65	0,87	17,1	0,83	0,84	0,92	1,04	0,88	0,18	0,81	0,11	0,98	0,88	безпека
8	Гошанський	0,62	0,84	40,0	1,0	0,8	0,92	1,5	0,82	0,32	0,56	0,13	0,97	0,85	безпека
9	Демидівський	0,63	0,85	37,0	1,0	0,6	0,94	1,9	0,76	0,18	0,81	0,13	0,97	0,89	безпека
10	Дубенський	0,62	0,84	38,0	1,0	1,0	0,90	2,3	0,69	0,36	0,47	0,22	0,95	0,81	безпека
11	Здолбунівський	0,60	0,82	28,0	1,0	0,6	0,94	1,3	0,85	0,16	0,84	0,12	0,98	0,91	безпека
12	Корецький	0,62	0,84	22,0	1,0	0,7	0,93	1,1	0,88	0,17	0,83	0,09	0,98	0,91	безпека
13	Млинівський	0,61	0,83	39,0	1,0	0,7	0,93	1,4	0,83	0,25	0,70	0,16	0,96	0,88	безпека
14	Острозький	0,79	1,0	28,0	1,0	0,8	0,92	2,0	0,74	0,46	0,23	0,10	0,97	0,81	безпека
15	Радивилівський	0,67	0,89	48,0	1,0	1,1	0,88	4,2	0,27	0,40	0,38	0,39	0,90	0,72	безпека
16	Рівненський	0,62	0,84	26,0	1,0	0,6	0,94	1,4	0,83	0,19	0,80	0,12	0,98	0,90	безпека
	По Лісостепу	0,64	0,86	34,0	1,0	0,8	0,92	1,9	0,76	0,28	0,64	0,16	0,96	0,86	безпека

Примітка: 1 — фактичні дані; 2 — розраховані за залежностями і унормовані у шкалу від 0 до 1.

Як випливає з табл. 2, найнижчі показники екологічної безпеки встановлені для ґрунтів зони Полісся: за вмістом марганцю (0,83) — «безпека», серед стимуляторів та для міді (0,81) — «безпека» серед дестимуляторів, а для ґрунтів зони Лісостепу: за вмістом бору (0,86) — «безпека», серед стимуляторів та для міді (0,64) — «ризик» для дестимуляторів. Стани і категорії екологічної безпеки за вмістом рухомих форм в ґрунтах зони Полісся: цинку (0,92) — «безпека»; свинцю (0,88) — «безпека»; кадмію (0,98) — «безпека» дещо кращі у порівнянні з їхнім вмістом у ґрунтах зони Лісостепу: цинку (0,92) — «безпека»; свинцю (0,76) — «безпека»; кадмію (0,96) — «безпека».

За агрегованим санітарно-гігієнічним показником екологічна безпека агросфери районів і області оцінюється категорією ЕБ від 0,72 до 0,91 — «безпека». За рейтингом станів ЕБ кращі показники мають райони: Рокитнівський (0,91), Корецький (0,91), Здолбунівський (0,91), а найнижчі — Радивилівський (0,72), Дубенський (0,81), Гощанський (0,85), Зарічненський (0,85). Всі інші райони з показниками ЕБ від 0,90 до 0,86 за рейтингом посідають місця від 4 до 12.

При цьому слід зазначити, що райони зони Полісся мають вищі показники ЕБ (0,88) у порівнянні з районами зони Лісостепу (0,86), що обумовлено якістю навколишнього середовища, а саме: низьким рівнем забруднення атмосферного повітря, наявністю ґрунтів, зі слабокислою і кислою реакцією ґрунтового розчину, яка підвищує рухомість мікроелементів.

Коливання показників вмісту цезію-137 на період 2025 року у ґрунтах зони Полісся склали величини від 0,06 до 0,94 Кі/км², а у зоні Лісостепу, яка не зазнала суттєвих забруднень від аварії на ЧАЕС від 0,01 до 0,02 Кі/км². Показники потоку радону з поверхні ґрунтів зони Полісся змінювались в діапазоні від 9 до 22 мБк/(м²·с), а у зоні Лісостепу — від 28 до 89 мБк/(м²·с).

Розрахунки станів екологічної безпеки за вмістом в орних землях цезію-137, величин густини потоку радону здійснювали за залежностями, отриманими авторами, які мають вигляд спадних парабол другого порядку (A_7 , A_8) (табл. 3).

Таблиця 3

Результати регресійного і кореляційного аналізу показників екологічної безпеки агросфери області за показниками радіаційного стану

Назва показника	Вид рівняння	Min	Max	R ²
Вміст в орних землях цезію-137, Кі/км ²	$A_7 = 0,4502x_7^2 - 1,2847x_7 + 0,963$	0	1,5	0,99
Показник в орних землях густини потоку радону з поверхні ґрунту, мБк/(м ² ·с)	$A_8 = 5E \cdot 0,5x_8^2 - 0,0139x_8 + 0,01$	0	110	0,99

Примітка: A_7 , A_8 — рівні екологічної безпеки від вмісту в орних землях цезію-137, величин густини потоку радону; x_7 , x_8 — показники вмісту в орних землях цезію-137, густини потоку радону.

На підставі розрахунків за залежностями у табл. 3 визначені категорії ЕБ як для окремих показників і районів, так і радіаційного стану (табл. 4).

Таблиця 4

Розрахунок показників екологічної безпеки орних земель агросфери області за показником радіаційного стану (2010—2015 рр.)

№	Назва району	Вміст цезію-137, Кі/км ²		ГПР, мБк/(м ² ·с)		Індекс екологічної безпеки	Якісний показник екологічної безпеки
		1	2	1	2		
1	Березнівський	0,21	0,71	15	0,81	0,76	безпека
2	Володимирецький	0,56	0,38	18	0,78	0,58	ризик
3	Дубровицький	0,88	0,18	20	0,75	0,46	загроза
4	Зарічненський	0,60	0,35	9	0,89	0,62	ризик
5	Костопільський	0,06	0,89	22	0,73	0,81	безпека
6	Рокитнівський	0,94	0,15	56	0,39	0,27	загроза
7	Сарненський	0,43	0,49	10	0,88	0,685	безпека
По Полісся		0,53	0,41	21	0,74	0,58	ризик
1	Гощанський	0,04	0,91	45	0,49	0,70	безпека
2	Демидівський	0,01	0,95	59	0,36	0,66	ризик
3	Дубенський	0,01	0,95	71	0,28	0,62	ризик
4	Здолбунівський	0,01	0,95	66	0,31	0,63	ризик
5	Корецький	0,04	0,91	57	0,38	0,64	ризик
6	Млинівський	0,01	0,95	66	0,31	0,63	ризик

Продовження табл. 4

№	Назва району	Вміст цезію-137, Кі/км ²		ГПР, мБк/(м ² ·с)		Індекс екологічної безпеки	Якісний показник екологічної безпеки
		1	2	1	2		
7	Острозький	0,02	0,94	28	0,66	0,80	безпека
8	Радивилівський	0,01	0,95	89	0,17	0,56	ризик
9	Рівненський	0,01	0,95	44	0,50	0,72	безпека
По лісостепу		0,02	0,94	58	0,37	0,66	ризик

Примітка: 1 — фактичні дані; 2 — розраховані за залежностями і унормовані у шкалу від 0 до 1.

Як видно з табл. 4, найнижчі показники екологічної безпеки встановлено: для ґрунтів зони Полісся за вмістом цезію-137 (0,15...0,18) — «небезпека», а за величинами густини потоку радону для ґрунтів зони Лісостепу (0,28...0,31) — «загроза».

За агрегованими показниками радіаційного стану екологічна безпека агросфери районів і області оцінюється категоріями ЕБ від 0,27 до 0,81 у зоні Полісся і від 0,56 до 0,72 — у зоні Лісостепу.

За рейтингом станів ЕБ найнижчі показники за радіаційним станом мають райони: Рокитнівський (0,27), Дубровицький (0,46) у зоні Полісся, а у зоні Лісостепу — Радивилівський (0,56), Дубенський (0,62). За якісними показниками райони зони Полісся оцінюються категоріями: 3 райони «безпека», 2 — «ризик», 2 — «загроза», а у зоні Лісостепу — 3 — «безпека», 6 — «ризик».

Основними способами поліпшення екологічної безпеки агросфери області слід вважати заходи, спрямовані на поліпшення стану ЕБ санітарно-гігієнічного стану шляхом посилення дії стимуляторів, а саме для збільшення вмісту бору в ґрунтах області внесенням під сільськогосподарські культури борнодатолітового борошна в нормі 35...40 кг/га змішаного з суперфосфатом (простим, або подвійним); для збільшення вмісту марганцю в ґрунтах зони Полісся використанням для підживлення сільськогосподарських культур нітроамофоски у складі якої міститься 1,3...1,6 % марганцю.

Покращення екологічної безпеки радіаційного стану рекомендується здійснювати шляхом пом'якшення дії дестимуляторів (зменшення міграційної здатності цезію-137) за рахунок внесення вапна та підтриманням бездефіцитного балансу гумусу внесенням в орні землі диференційованих норм гною в нормах, а саме для районів: від 1 до 3 т/га — Демидівський, Здолбунівський, Млинівський, Дубровицький; від 3 до 6 т/га — Зарічненський, Гоцанський, Дубенський, Корецький, Острозький, Радивилівський; від 6 до 9 т/га — Рокитнівський, Сарненський, Рівненський; від 9 до 16 т/га — Березнівський, Володимирецький, Костопільський.

Для зменшення надходження радону до приміщень будинків жителів зони Лісостепу рекомендується застосовувати заходи протирадонового захисту (екранування підвалів, вентиляція приміщень і підвалів).

Висновки

1. За агрегованими показниками ЕБ санітарно-гігієнічний стан ґрунтів області оцінюється кількісними і якісними показниками, а саме: у зоні Полісся від 0,85 до 0,91, що відповідає категорії 7 районів «безпека», а у зоні Лісостепу від 0,72 до 0,91, що відповідає категорії 9 районів «безпека».

2. За агрегованими показниками ЕБ радіаційний стан ґрунтів області оцінюється кількісними і якісними показниками, а саме: у зоні Полісся від 0,27 до 0,81, що відповідає категоріям 3 районів «безпека», 2 — «ризик», а у зоні Лісостепу від 0,62 до 0,80, що відповідає категоріям 3 районів «безпека», 6 — ризик.

3. Поліпшення ґрунтів за показником санітарно-гігієнічного стану рекомендується здійснювати внесенням як добрива борнодатолітового борошна і нітроамофоски, що містить до 1,6 % марганцю, а за показником радіаційного стану ґрунтів — внесенням органічних добрив в диференційованих нормах, які забезпечують бездефіцитний баланс гумусу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

[1] О. В. Варжель, «Методика оцінки впливу показників якості довкілля на поширеність хвороб населення районів Рівненської області». *Вісник Вінницького Політехнічного університету*, № 4 (163), с. 19-26, 2022. <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2022-163-19-26>.

[2] З. В. Герасимчук, і А. О. Олексюк, *Екологічна безпека регіону: діагностика та механізм забезпечення*. Луцьк, Україна: Надстир'я, 2007, 280 с.

[3] В. О. Шумлянський, О. М. Івантишина, і В. М. Артеменко, *Малі токсичні елементи в рудах і навколишньому середовищі ртутних, поліметалічних і золоторудних родовищ Донбасу і Закарпаття*. Київ, Україна: Знання України, 2002, 143 с.

- [4] І. І. Залеський, і М. О. Клименко, *Екологія людини*. Київ, Україна: Видавничий центр «Академія», 2005, 288 с.
 [5] М. М. Городній, А. В. Бикін, і Л. М. Нагаєвська, *Агрохімія*. Київ, Україна: ТОВ «Алефа», 2003, 786 с.
 [6] *Химическая энциклопедия*, т. 1. Москва: Сов. энцикл., 1988.
 [7] В. П. Кучерявий, *Екологія*. Львів, Україна: Світ, 2000, 500 с.
 [8] Л. Г. Бондарев, *Микроэлементы — благо и зло*. Москва: Знание, 1984, 370 с.
 [9] М. О. Клименко, О. М. Клименко, і О. О. Лебедь, «Характеристика території Рівненської області за величиною густини потоку радону з ґрунту». *Ядерна фізика та енергетика*, № 23, с. 122-130, 2022. <https://doi.org/10.15407/jnpae2022.02.122>.

Рекомендована кафедрою екології, хімії та технологій захисту довкілля ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 21.10.2022

Варжель Ольга Валентинівна — здобувач третього рівня вищої освіти кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, e-mail: o.v.varzhel@nuwm.edu.ua ;

Ищенко Віталій Анатолійович — канд. техн. наук, доцент кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, e-mail: ischenko.v.a@vntu.edu.ua .

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

O. V. Varzhel¹
V. A. Ishchenko¹

Evaluation of Influence of Sanitary and Radiative Indicators on Ecological Safety of Rivne Region

¹Vinnitsia National Technical University

The article gives research data of indicators of sanitary state of the soils in Rivne region as for the content of microelements and heavy metals, such as boron, manganese, zinc, cupre, plumb, cadmium, and radiative state as for the content of caesium-137 in soils, the density of radon flow out of their surface, the level of its ecological safety.

It is recommended to carry out estimation of the state of ecological safety of the districts, as for indicators stimulators of the content of boron and manganese microelements in soils, according to dependencies which have the form of increasing parabolas of the second order, but as for indicators destimulators of the content of zinc, cupre, plumb, cadmium, caesium-137, the density of radon flow, it is recommended to use dependencies which have the form of descending parabolas of the second order.

It is ascertained that ecological safety as for the content of boron is estimated by the following categories: 15 districts as "safety", one district as "risk", as for the content of manganese — by the categories 15 districts as "safety", one district as "risk"; as for the content of zink — by the category "safety" — 16 districts; as for the content of plumb 15 districts — as "safety", one district as "threat", as for the content of cupre — by the categories "safety" 12 districts, "risk" — 1, "threat" 3 districts, as for the content of cadmium by the category "safety" — 16 districts.

According to aggregated indices of ecological safety, sanitary state of region soils is estimated by quantitative and qualitative indices, namely, in Polissia zone from 0.85 to 0.91, that corresponds to 7 districts of the category "safety", and in Forest and Steppe zone from 0.72 to 0.91, that also corresponds to the category "safety" for 9 districts.

As for the content of caesium-137, ecological safety of the soils in Polissia zone is estimated by the following categories: 2 districts as "safety", one — as "risk", 2 districts as "threat", 2 districts as "danger", but in Forest and Steppe zone 9 districts are estimated as "safety". As for the size of density of radon flow out of the soils surface in Polissia zone, ecological safety is estimated by the following categories: 6 districts as "safety", one — as "threat" and in Forest and Steppe zone 3 districts as "risk", 5 — as "threat", one district as "danger".

According to aggregated indices of ecological safety of radiative state of region soils it is estimated by quantitative and qualitative indices, namely, in Polissia zone from 0.27 to 0.81, that corresponds to the category "safety" for 3 districts, "risk" — for 2 districts, "threat" for 2 districts, and in Forest and Steppe zone from 0.62 to 0.80, that corresponds to the category "safety" for 3 districts, "risk" for 6 districts.

In order to reduce the effect of destimulators, namely, a great content of caesium-137 in the soils of Polissia zone and its possible accumulation in agricultural products, it is recommended to keep positive balance of humus in arable lands et the expense of application of differentiated norms of organic fertilizers (from 1 to 16 t/ha) and soil liming; in case of increased release of radon out of soil surface and its entry into buildings it is recommended to ventilate them and arrange shielding of basements during construction.

Keywords: microelements, heavy metals, caesium-137, radon, ecological safety, risk, threat, danger, measures.

Varzhel Olha V. — Post-Graduate Student of the Chair of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, e-mail: o.v.varzhel@nuwm.edu.ua ;

Ishchenko Vitalii A. — Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor of the Chair of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, e-mail: ischenko.v.a@vntu.edu.ua