

Клименко М. О., д.с.-г.н., професор; Прищеп А. М., д.с.-г.н., професор; Клименко О. М., д.с.-г.н., професор; Варжель О. В., здобувач третього рівня вищої освіти (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, m.o.klimenko@nuwm.edu.ua; a.m.pryshchepa@nuwm.edu.ua; o.m.klymenko@nuwm.edu.ua; varzhel_m16@nuwm.edu.ua)

ОЦІНКА ІНТЕГРАЛЬНОГО ІНДЕКСУ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ І АГРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ОРНИХ ЗЕМЕЛЬ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

У статті викладені результати досліджень оцінки екологічної безпеки і агроекологічного стану орних земель області. Розрахунок індексів екологічної безпеки і агроекологічного стану орних земель здійснювали за середньоарифметичним з трьох агрегованих показників, а саме: екологічної стійкості; рівня родючості; санітарно-гігієнічного стану. При цьому переведення фактичних показників родючості орних земель (вмісту гумусу, рН, вмісту легкогідролізованого азоту, рухомого фосфору, обмінного калію, вмісту рухомих форм бору, марганцю, цинку, свинцю, міді, кадмію) проводили за залежностями для показників стимуляторів-зростаючих парабол, а для показників дестимуляторів-спадаючих парабол, які були встановлені експериментально.

Якісну оцінку екологічної безпеки орних земель здійснювали за шкалою: 1,0–0,6835 – безпека; 0,6835–0,4851 – ризик; 0,4851–0,1902 – загроза; 0,1902–0 – небезпека, а оцінку агроекологічного стану за шкалою: 1,0–0,8 – еталонний; 0,8–0,6 – сприятливий; 0,6–0,4 – задовільний; 0,4–0,2 – загрозливий; 0,2–0 – критичний.

За агрегованими показниками екологічна стійкість орних земель області оцінюється: у зоні Полісся – від 0,62 до 0,745, що відповідає категоріям екобезпеки: 1 район – ризик, 6 – безпека, а за агро-екологічним станом – сприятливий; у зоні Лісостепу (від 0,69 до 0,875), що відповідає категоріям екобезпеки: 9 районів безпека, а за агроекологічним станом: 1 район – еталонний стан, 6 – сприятливий стан.

За агрегованими показниками рівня родючості орних земель області у зоні Полісся від (0,53 до 0,63) вони відповідають категорії

ризик, а за агроекологічним станом: 4 райони – сприятливий стан, 3 – задовільний стан; у зоні Лісостепу (від 0,62 до 0,84) землі відповідають категоріям: 7 районів – безпека, 2 – ризик, а за агроекологічним станом: 1 район – еталонний стан, 8 – сприятливий стан.

За агрегованим показником санітарно-гігієнічного стану орні землі області у зоні Полісся (від 0,85 до 0,91) відповідають категорії екобезпеки – безпека, а за агроекологічним станом оцінюється – еталонним станом; у зоні Лісостепу (від 0,72 до 0,91) оцінюється категорією екобезпеки – безпека, а за агроекологічним станом – еталонним і сприятливим станами.

За індексом екологічної безпеки і агроекологічного стану орні землі області оцінюються станом безпека, а їх агроекологічний стан – еталонним і сприятливим станами.

Ключові слова: екологічна безпека; агроекологічний стан; землі; залежності; показники; безпека; ризик; загроза; небезпека; еталонний; сприятливий; задовільний; загрозливий; критичний.

Постановка проблеми. У сучасному землеробстві України найважливішою проблемою, яка потребує вирішення, є створення відповідного до вимог сільськогосподарських культур поживного режиму. Доступність їх і рівномірність забезпечення ними сільськогосподарських культур слід забезпечувати внесенням в орні землі оптимальних норм органічних і мінеральних добрив [1].

Перехід агропромислового комплексу на ринкові засади господарювання призвів до порушення науково обґрунтованих принципів ведення землеробства, а саме: недотримання науково-обґрунтованих сівозмін, недовнесення в оптимальних нормах органічних, мінеральних добрив, недотримання технологій вирощування сільськогосподарських культур тощо. Внаслідок цього в останні десятиріччя ґрунтовий покрив поліських і лісостепових районів Рівненської області втрачає родючість внаслідок проявів механічної, хімічної, фізичної, радіаційної, мікробіологічної, гідрологічної деградації, що вкрай негативно відображається на агроекологічному їх стані та породжує виникнення екологічної небезпеки [1–8].

Аналіз останніх досліджень. Забезпечення сталого екобезпечного функціонування землеробства за таких умов потребує, насамперед, застосування сучасних зональних систем землеробства, важливою складовою якої є науково-обґрунтована система удобрення сільсько-

господарських культур у сівозмінах, яка забезпечує поліпшення потенційної і ефективної родючості ґрунтів. За даними досліджень встановлено, що до 1993 року баланс гумусу і макроелементів у землеробстві Рівненської області, коли в орні землі вносилося: 16,2 т/га органічних добрив; 90 кг/га д.р. азотних; 48 кг/га д.р. фосфатних; 86 кг/га д.р. калійних і був позитивним. У наступні періоди з 1993 до 2015 баланс стає від'ємним [2–3].

У зв'язку з цим виникає потреба в обґрунтуванні методологічних та методичних підходів до кількісної і якісної оцінки цих змін, як за агроекологічними показниками, так і показниками екологічної безпеки.

Аналіз літературних джерел свідчить, що найчастіше оцінку агроекологічного стану орних земель України здійснюють за результатами суцільного ґрунтового агрохімічного моніторингу [32; 3; 4–7]. Поряд з цим, відомі публікації з проблем оцінки агроекологічного стану ґрунтового покриву і орних земель зон Полісся і Лісостепу України [2; 3; 8], земель Чернігівської [9] і Київської [10–12] областей, в яких рекомендується застосовувати комплексний підхід до якісної і кількісної оцінки агроекологічного стану земель сільськогосподарського призначення як основи для прийняття управлінських рішень щодо екобезпечного їх подальшого використання.

Цим вимогам відповідають «Методичні рекомендації з надання статусу спеціальної сировинної зони та контролю за її використанням», в яких агроекологічна оцінка земель здійснюється за інтегральним показником стану ґрунту [10; 13].

Відомі також методичні основи діагностики екологічної безпеки регіонів запропоновані З. В. Герасимчук, А. О. Олексюк, в яких була запропонована система граничних значень показників, що відповідають станам безпеки, ризику, загрози, небезпеки для індикаторів, які є визначальними для екологічної безпеки регіону [14]. На нашу думку, запропонована цими науковцями кількісна і якісна шкала граничних значень екологічної безпеки може бути використана для оцінювання стану орних земель.

Незважаючи на наявність методів оцінки агроекологічного стану та екологічної безпеки, маловивченими залишаються питання зміни цих характеристик упродовж турів ґрунтового-агрохімічних обстежень на рівні районів.

Мета і завдання досліджень. Мета полягає у проведенні оцінки екологічної безпеки і агроекологічного стану орних земель Рівненської області за показниками їх родючості.

Досягнення мети передбачало вивчення наступних завдань: проведення комплексної оцінки екологічної безпеки і агроекологічного стану орних земель, оцінювання орних земель районів за показниками екологічної безпеки і агроекологічного стану.

Об'єкт дослідження: процеси змін показників екологічної безпеки і агроекологічного стану в орних землях області.

Предмет дослідження: ґрунти орних земель, показники, які характеризують рівень їх родючості.

Методи та методики досліджень. Аналізи проводили за методиками: вміст гумусу – за Тюрнім (ДСТУ 4289-2004); лужногідралізованого азоту – за Корнфілдом (ДСТУ 4729-2007) рухомого фосфору і обмінного калію в ґрунті за Кірсановим та Мачигіном (ДСТУ 4405-2005 та ДСТУ 4114-2002); рН – потенціометрично (ГОСТ 26485); вміст бору, марганцю цинку, міді, свинцю, кадмію в ґрунтах – атомно-абсорбційним методом.

Розрахунки індексів екологічної безпеки ($I_{еб}$) та агроекологічного стану I_{ac} орних земель здійснювали за формулою

$$I_{еб}, I_{ac} = \frac{A_1 + A_2 + A_3}{3}, \quad (1)$$

де $I_{еб}$ – індекс екологічної безпеки; I_{ac} – індекс агроекологічного стану; A_1, A_2, A_3 – агреговані показники відповідно: екологічної стійкості, рівня родючості, санітарно-гігієнічного стану орних земель, од.

Переведення базових (фактичних) показників родючості орних земель проводили за залежностями: для показників стимуляторів зростаючих парабол, для дестимуляторів спадаючих парабол, які були встановлені експериментально. При цьому за максимальні значення показників стимуляторів та мінімальні показники дестимуляторів брали нормативи встановлені для ґрунтів (О. І. Фурдичко, Н. А. Макаренко). Якісну оцінку екологічної безпеки орних земель проводили за шкалою: 1,0–0,6835 – безпека; 0,6835–0,4851 – ризик; 0,4851–0,1902 – загроза; 0,1902–0 – небезпека, а оцінку агроекологічного стану за шкалою: 1,0–0,8 – еталонний; 0,8–0,6 – сприятливий; 0,6–0,4 – задовільний; 0,4–0,2 – загрозливий; 0,2–0 – критичний.

Визначення залежностей здійснювали за програмою Microsoft Excel.

Результати досліджень. Ґрунтовий покрив області неоднорідний і відзначається великою строкатістю як за генезисом, гранулометрич-

ним складом, водно-фізичними, агрохімічними мікробіологічними властивостями, так і за потенційною і ефективною родючістю.

У зоні Полісся найбільшого поширення набули ґрунти підзолистого типу ґрунтоутворення та різного ступеня оглеєності внаслідок їх поверхневого і ґрунтового перезволоження. Цим ґрунтам властивий легкий гранулометричний склад, дуже низька вбирна здатність, слабка буферність, низький вміст гумусу, рухомих форм азоту, фосфору і калію, підвищена кислотність, наявність важких металів, що значно знижує їх природну родючість.

У зоні Лісостепу ґрунти сформувалися в лесах, лесовидних суглинках і представлені переважно сірими лісовими та чорноземами малогумусними зі слідами опідзолення. Характерною особливістю цих ґрунтів є те, що в них нагромаджена дещо більша кількість гумусу, досить високі запаси азоту, фосфору, калію, мають близьку до нейтральної кислотність ґрунтового розчину, що сприяє формуванню підвищеної їх природної родючості.

Питома вага ріллі в ґрунті угідь у районах зони Полісся становлять величини від 10% до 22,6%, а у районах зони Лісостепу від 50,6% до 72,8%.

Екологічну стійкість орних земель області визначали за залежностями, які мають вид за вмістом гумусу для:

$$\text{Зони Полісся} \quad y_2 = -0,0378x_2^2 + 0,4923x_2 + 0,0081 \quad (2) \\ R^2 = 0,927$$

$$\text{Зони Лісостепу} \quad y_3 = 0,0226x_3^2 + 0,3288x_3 + 0,0297 \quad (3) \\ R^2 = 0,931,$$

де y_2, y_3 – рівні екологічної безпеки і агроекологічного стану, од.; x_2, x_3 – фактичні значення показника вмісту гумусу в орних землях зон Полісся і Лісостепу, %.

За максимальні значення вмісту гумусу в орних землях були взяті показники: для орних земель зони Полісся – 2,5%, для Лісостепу – 4%.

Залежність для розрахунку екологічної безпеки і агроекологічного стану орних земель області за кислотністю має вид:

$$y_4 = -0,032x_4^2 + 0,436x_4 + 0,541 \quad (4) \\ R_2 = 0,891,$$

де y_4 – рівень екологічної безпеки і агроекологічного стану, од.; x_4 – значення показника кислотності, од. рН.

За максимальні значення показника кислотності були взяті показники з шкали групування ґрунтів за ступенем кислотності рН – 7,5 (близькі до нейтральних).

Результати розрахунків показників екологічної безпеки і агроекологічного стану орних земель області за показником екологічної стійкості представлено у табл. 1.

Як видно з табл. 1, при вмісті в орних землях районів зони Полісся від 1,8% до 2,7% гумусу їх екологічна безпека оцінюється категорією безпека, а агроекологічний стан як еталонний. У зоні Лісостепу екологічна безпека орних земель при вмісті гумусу від 2,1% до 2,7% оцінюється категорією: 2 райони безпека, 7 – ризику, а агроекологічний стан оцінюється категорією сприятливий.

За показником кислотності орні землі зони Полісся мають середньоокислу реакцію (рН – 5,9) і за показником екологічної безпеки оцінюється категоріями: 1 район безпека, 5 – ризику, 1 – загроза, а їх агроекологічний стан: 1 район – сприятливо, 6 – задовільно. У зоні Лісостепу з величинами коливань рН від 6,0 до 7,0 орні землі за показником екологічної безпеки відповідають категорії: 6 районів еталонний стан, 3 – сприятливий.

За агрегованим показником екологічна стійкість орних земель області оцінюється кількісними і якісними показниками: у зоні Полісся від 0,65 до 0,745, що відповідає категоріям екологічної безпеки: 1 район – ризик, 6 – безпека, а за агроекологічним станом оцінюється сприятливий; у зоні Лісостепу від 0,69 до 0,875, що відповідає категоріям екологічної безпеки: 9 районів – безпека, а за агроекологічним станом: 1 район – еталонний, інші 6 – сприятливий стан.

Рівень родючості орних земель області визначали за залежностями, які мають вигляд: за вмістом лужногідролізованого азоту і обмінного калію для зон Полісся і Лісостепу:

$$y_5, y_6 = -1E05x_{5,6}^2 + 0,007x_{5,6} + 0,0039; \quad (5)$$

$$R^2 = 0,999, \quad (6)$$

де y_5, y_6 – рівні екологічної безпеки і агроекологічного стану, од.; x_5, x_6 – фактичні значення вмісту в орних землях легкогідролізованого азоту і обмінного калію, мг/кг.

Максимальне значення вмісту легкогідролізованого азоту і обмінного калію 220 мг/кг.

Залежність для розрахунку екологічної безпеки і агроекологічного стану орних земель області за вмістом рухомого фосфору має вигляд:

$$y_7 = -1E05x_7^2 + 0,0075x_7 - 0,0067 \quad (7)$$

$$R^2 = 0,998,$$

де y_7 – рівень екологічної безпеки і агроекологічного стану, од.; x_7 – фактичні значення показника вмісту в орних землях рухомого фосфору, мг/кг.

Розрахунок показників екологічної безпеки і агроекологічного стану орних земель Рівненської області за показниками екологічної стійкості (вмісту гумусу і рН) (за 2010–2015 рр.)

№ з/п	Назва районів	Вміст гумусу, %		рН _{сол.}		Агрегований показник	Якісний показник екологічної безпеки	Якісний показник агро-екологічного стану
		1	2	1	2			
1	Березнівський	2,30	0,94	5,2	0,54	0,74	безпека	сприятливий
2	Володимирецький	2,10	0,88	5,0	0,49	0,685	безпека	сприятливий
3	Дубровицький	2,0	0,84	4,9	0,46	0,65	ризик	сприятливий
4	Зарічненський	2,70	1,0	5,0	0,49	0,745	безпека	сприятливий
5	Костопільський	1,80	0,77	5,9	0,72	0,745	безпека	сприятливий
6	Рокитнівський	2,40	0,97	5,0	0,49	0,73	безпека	сприятливий
7	Сарненський	2,30	0,94	5,1	0,51	0,725	безпека	сприятливий
По Полісся		2,20	0,91	5,16	0,53	0,72	безпека	сприятливий
8	Гощанський	2,30	0,68	6,0	0,74	0,71	безпека	сприятливий
9	Демидівський	2,20	0,64	6,3	0,82	0,73	безпека	сприятливий
10	Дубенський	2,30	0,68	6,4	0,85	0,765	безпека	сприятливий
11	Здолбунівський	2,20	0,64	6,1	0,77	0,705	безпека	сприятливий
12	Корецький	2,20	0,64	6,0	0,74	0,69	безпека	сприятливий
13	Млинівський	2,10	0,62	6,4	0,85	0,735	безпека	сприятливий
14	Острозький	2,40	0,69	6,4	0,85	0,77	безпека	сприятливий
15	Радивилівський	2,70	0,75	7,0	1,0	0,875	безпека	еталонний
16	Рівненський	2,10	0,62	6,5	0,88	0,765	безпека	сприятливий
По Лісостепу		2,30	0,68	6,4	0,85	0,765	безпека	сприятливий

Примітка: 1– фактичні дані; 2 – розраховані за залежністю.

Максимальне значення вмісту рухомого фосфору 200 мг/кг.

Результати розрахунків показників екологічної безпеки і агроєкологічного стану орних земель області за агрегованими показниками рівня їх родючості представлено у табл. 2.

Як видно з табл. 2, при вмісті в орних землях зони Полісся від 100 до 197 мг/кг легкогідралізованого азоту їх екологічна безпека оцінюється категоріями: 4 райони – безпека, 3 райони – ризик, а агроєкологічний стан: 1 район – еталонний, 6 – сприятливий стани. У зоні Лісостепу екологічна безпека орних земель при вмісті легкогідралізованого азоту від 96 до 136 мг/кг оцінюється категоріями: 5 районів – безпека, 4 райони – ризик, а їх агроєкологічний стан: 8 районів – сприятливий, 1 район – задовільний стани.

За вмістом рухомого фосфору від 78 до 115 мг/кг орні землі зони Полісся оцінюються категоріями екологічної безпеки: 4 райони – безпека, 3 райони – ризик, а їх агроєкологічний стан: 5 районів – сприятливий, а 2 райони – задовільний стани. У зоні Лісостепу екологічна безпека орних земель, при вмісті рухомого фосфору від 104 до 176 мг/кг, оцінюється категоріями: 8 районів – безпека, 1 – район – ризик, а їх агроєкологічний стан: 7 районів – еталонний, а 2 райони – сприятливий стани.

За вмістом обмінного калію орні землі зони Полісся, при їх вмісті від 42 до 67 мг/кг характеризуються категорією загроза, а їх агроєкологічний стан: 3 райони – задовільний, а 4 – загрозливий стани.

У зоні Лісостепу екологічна безпека орних земель, при вмісті обмінного калію від 72 до 132 мг/кг, оцінюється категоріями: 2 райони – безпека, 6 – ризик, 1 – загроза, а їх агроєкологічний стан: 6 районів – сприятливий, а 3 – задовільний стани.

За агрегованим показником рівень родючості орних земель області оцінюється кількісними показниками: у зоні Полісся від 0,53 до 0,63, що відповідає категорії екологічної безпеки – ризик, а за агроєкологічним станом оцінюється: 4 райони – сприятливий стан, 3 райони – задовільний; у зоні Лісостепу від 0,62 до 0,84, що відповідає категоріям екологічної безпеки: 7 районів – безпека, 2 райони – ризик, а їх агроєкологічний стан оцінюється станами: 1 район – еталонний, 8 районів – сприятливий.

Розрахунок показників екологічної безпеки і агроекологічного стану орних земель Рівненської області за показниками рівня їх родючості (2010–2015 рр.)

№ з/п	Назва районів	Вміст азоту		Вміст рухомого фосфору		Вміст обмінного калію		Агрегований показник	Якісний показник екологічної безпеки	Якісний показник агроекологічного стану
		1	2	1	2	1	2			
1	Березнівський	100,0	0,60	99,0	0,64	54,0	0,35	0,53	ризик	задовільний
2	Володимирецький	129,0	0,74	91,0	0,59	49,0	0,32	0,55	ризик	задовільний
3	Дубровицький	112,0	0,66	122,0	0,76	62,0	0,40	0,61	ризик	сприятливий
4	Зарічненський	197,0	0,99	78,0	0,52	42,0	0,28	0,60	ризик	сприятливий
5	Костопільський	104,0	0,62	110,0	0,68	67,0	0,43	0,58	ризик	задовільний
6	Рокитнівський	130,0	0,74	115,0	0,72	67,0	0,43	0,63	ризик	сприятливий
7	Сарненський	140,0	0,79	109,0	0,69	54,0	0,35	0,61	ризик	сприятливий
По Полісся		130,0	0,74	103,4	0,66	56,4	0,37	0,59	ризик	задовільний
8	Гощанський	136,0	0,77	176,0	1,0	132,0	0,75	0,84	безпека	еталонний
9	Демидівський	103,0	0,62	149,0	0,89	111,0	0,66	0,72	безпека	сприятливий
10	Дубенський	100,0	0,60	160,0	0,94	99,0	0,60	0,71	безпека	сприятливий
11	Здолбунівський	116,0	0,68	140,0	0,85	101,0	0,61	0,71	безпека	сприятливий
12	Корецький	129,0	0,74	133,0	0,81	83,0	0,52	0,69	безпека	сприятливий
13	Млинівський	96,0	0,58	174,0	0,99	130,0	0,74	0,77	безпека	сприятливий
14	Острозький	134,0	0,76	104,0	0,67	92,0	0,56	0,66	ризик	сприятливий
15	Радивилівський	122,0	0,71	111,0	0,70	72,0	0,46	0,62	ризик	сприятливий
16	Рівненський	111,0	0,66	155,0	0,92	106,0	0,63	0,74	безпека	сприятливий
По Лісостепу		115,0	0,68	147,0	0,88	104,0	0,62	0,73	безпека	сприятливий

Примітка: 1 – фактичні дані; 2 – розраховані за залежностями

$$y_8 = -1E0,5x_8^2 + 0,0075x_8 - 0,0067 \text{ фосфор}$$

$$y_9 = -1E0,5x_9^2 + 0,007x_9 + 0,0039 \text{ легк. гідр. азот, обмінний калій.}$$

Санітарно-гігієнічний стан орних земель області визначали за залежностями, які мають вид за вмістом мікроелементів (стимуляторів) бору та марганцю:

$$\text{Для бору: } y_8 = -0,586x_8^2 + 1,748x_8 - 0,015 \quad (8)$$

$$R^2 = 0,993,$$

де y_8 – рівні екологічної безпеки і агроєкологічного стану, од.; x_8 – фактичні значення вмісту в орних землях бору, мг/кг, а максимальне – 0,8 мг/кг.

$$\text{Для марганцю: } y_9 = 0,001x_9^2 + 0,014x_9 + 0,299 \quad (9)$$

$$R^2 = 0,539,$$

де y_9 – рівні екологічної безпеки і агроєкологічного стану, од.; x_9 – фактичні значення вмісту в орних землях марганцю, мг/кг, а максимальне – 21,0 мг/кг.

За вмістом важких металів (дестимуляторів) розрахунки вели за залежностями, які мають вигляд:

$$\text{За вмістом цинку: } y_{10} = -0,019x_{10}^2 - 0,086x_{10} + 1,002 \quad (10)$$

$$R^2 = 0,997$$

$$\text{За вмістом свинцю: } y_{11} = -0,021x_{11}^2 - 0,083x_{11} + 0,992 \quad (11)$$

$$R^2 = 0,997$$

$$\text{За вмістом міді: } y_{12} = -2,051x_{12}^2 - 0,760x_{12} + 1,014 \quad (12)$$

$$R^2 = 0,989$$

$$\text{За вмістом кадмію: } y_{13} = -0,132x_{13}^2 - 0,215x_{13} + 1,003 \quad (13)$$

$$R^2 = 0,998,$$

де y_{10} , y_{11} , y_{12} , y_{13} – рівні екологічної безпеки та агроєкологічного стану, од.; x_{10} , x_{11} , x_{12} , x_{13} – фактичні значення вмісту в орних землях важких металів цинку, свинцю, міді, кадмію, а їх максимальні значення – 5,0; 5,0; 0,52; 2,0 відповідно.

Результати розрахунків показників екологічної безпеки і агроєкологічного стану орних земель області за агрегованим показником санітарно-гігієнічного стану представлено у табл. 3.

Як видно з табл. 3, при вмісті в орних землях зон Полісся і Лісостепу бору від 0,65 до 0,64 мг/кг та марганцю від 17,1 до 34 мг/кг, які діють на ріст і розвиток сільськогосподарських культур як стимулятори, їх екологічна безпека оцінюється категоріями безпека, а агроєкологічний стан – як еталонний, за виключенням орних земель Березнівського району, які за вмістом бору оцінюються категорією екологічної безпеки ризику, а Дубровицький і Костопільський райони – екологічним станом сприятливим. Одночасно слід зазначити, що за вмістом марганцю орні землі Володимирецького району мають сприятливий агроєкологічний стан, а Зарічненського району – задовільний.

Таблиця 3

Розрахунок показників екологічної безпеки і агроекологічного стану орних земель Рівненської області за показниками санітарно-гігієнічного стану (2010–2015 рр.)

№ з/п	Назва районів	Вміст рухомих форм мікроелементів, мг/кг												Агрегований показник	Якісний показник екологічної безпеки	Якісний показник агроекологічного стану
		В		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	0,65	18,7	0,91	0,6	0,94	0,8	0,91	0,16	0,84	0,11	0,98	0,87	безпека	еталонний
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	еталонний
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	еталонний
4	Зарічненський	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	еталонний
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	еталонний
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	еталонний
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	еталонний
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	еталонний
8	Гощанський	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	еталонний
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	еталонний
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	еталонний
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	еталонний
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	еталонний
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	еталонний
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	еталонний
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	сприятливий
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	еталонний
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	еталонний

За вмістом важких металів цинку, свинцю, міді, кадмію орні землі зон Полісся і Лісостепу характеризуються у переважній більшості районів категоріями екологічної безпеки як безпека, а агроекологічним станом – еталонний, за виключенням земель Острозького, Демидівського, Дубенського районів, які за вмістом свинцю мають сприятливий агроекологічний стан, а землі Радивилівського району загрозливий стан. Спостерігаються відмінності вмісту міді в орних землях області. Підвищений її вміст був виявлений в орних землях у 4 районах зони Полісся і 5 районах зони Лісостепу. За рівнем екологічної безпеки стан орних земель у цих районах за вмістом міді оцінюється категоріями ризику і загрози, а агроекологічний стан як задовільний і загрозливий.

За агрегованим показником санітарно-гігієнічний стан орних земель області оцінюється кількісними і якісними показниками: у зоні Полісся від 0,85 до 0,91, що відповідає категорії екологічної безпеки – безпека, а за агроекологічним станом оцінюється як еталонний стан; у зоні Лісостепу від 0,72 до 0,91, що відповідає категорії екологічної безпеки – безпека, а за агроекологічним станом – еталонним і сприятливим станам.

На заключному етапі досліджень визначали кількісні і якісні показники індексів екологічної безпеки і агроекологічного стану орних земель області, які представлено у табл. 4.

Як видно з табл. 4, за індексом екологічної безпеки і агроекологічного стану орні землі області оцінюються кількісно і якісно показниками: у зоні Полісся від 0,70 до 0,76, що відповідає категорії екологічної безпеки – безпека, а за агроекологічним станом оцінюється сприятливими станами, у зоні Лісостепу від 0,74 до 0,80, що відповідає категорії екологічної безпеки – безпека, а їх агроекологічний стан оцінюється станами: 3 райони еталонними станами, 6 районів сприятливими станами.

Розрахунок індексів екологічної безпеки і агроекологічного стану орних земель Рівненської області за показниками екологічної стійкості (2010–2015 рр.)

№ з/п	Назва районів	Агреговані показники			Індекс еколог. безпеки і агро-кол. стану	Якісні показники	
		екологічної стійкості	рівня родючості	саніт.-гігієніч. стану		екологічної безпеки	агроекологічного стану
1	Березнівський	0,74	0,53	0,87	0,71	безпека	сприятливий
2	Володимирецький	0,685	0,55	0,86	0,70	безпека	сприятливий
3	Дубровицький	0,65	0,61	0,87	0,71	безпека	сприятливий
4	Зарічненський	0,745	0,60	0,85	0,73	безпека	сприятливий
5	Костопільський	0,745	0,58	0,90	0,74	безпека	сприятливий
6	Рокитнівський	0,73	0,63	0,91	0,76	безпека	сприятливий
7	Сарненський	0,725	0,61	0,88	0,74	безпека	сприятливий
По Полісся		0,72	0,59	0,88	0,73	безпека	сприятливий
8	Гоцанський	0,71	0,84	0,85	0,80	безпека	еталонний
9	Демидівський	0,73	0,72	0,89	0,78	безпека	сприятливий
10	Дубенський	0,765	0,71	0,81	0,76	безпека	сприятливий
11	Здолбунівський	0,705	0,71	0,91	0,78	безпека	сприятливий
12	Корецький	0,69	0,69	0,91	0,76	безпека	сприятливий
13	Млинівський	0,735	0,77	0,88	0,80	безпека	еталонний
14	Острозький	0,77	0,66	0,81	0,75	безпека	сприятливий
15	Радивилівський	0,875	0,62	0,72	0,74	безпека	сприятливий
16	Рівненський	0,765	0,74	0,90	0,80	безпека	еталонний
По Лісостепу		0,765	0,73	0,86	0,78	безпека	сприятливий

Висновки

За агрегованим показником екологічна стійкість орних земель області оцінюється кількісними і якісними показниками: у зоні Полісся від 0,65 до 0,745, що відповідає категоріям екологічної безпеки: 1 район ризик, 6 – безпека, а за агроекологічним станом оцінюється сприятливим; у зоні Лісостепу від 0,69 до 0,875, що відповідає категоріям екологічної безпеки: 9 районів – безпека, а за агроекологічним станом 1 район – еталонному, інші 6 – сприятливому станам.

За агрегованим показником рівень родючості орних земель області оцінюється кількісними показниками: у зоні Полісся від 0,53 до 0,63, що відповідає категорії екологічної безпеки ризику, а за агроекологічним станом оцінюється: 4 райони – сприятливими станами, 3 райони – задовільними станами; у зоні Лісостепу від 0,62 до 0,84, що відповідає категоріям екологічної безпеки: 7 районів – безпека, 2 райони – ризик, а їх агроекологічний стан оцінюється станами: 1 район – еталонним станом, 8 районів сприятливими станами.

За агрегованим показником санітарно-гігієнічний стан орних земель області оцінюється кількісними і якісними показниками: у зоні Полісся від 0,85 до 0,91, що відповідає категорії екологічної безпеки – безпека, а за агроекологічним станом оцінюється як еталонний стан; у зоні Лісостепу від 0,72 до 0,91, що відповідає категорії екологічної безпеки – безпека, а за агроекологічним станом еталонним і сприятливим станам.

За індексом екологічної безпеки і агроекологічного стану орні землі області оцінюються кількісно і якісно показниками: у зоні Полісся від 0,70 до 0,76, що відповідає категорії екологічної безпеки – безпека, а за агроекологічним станом оцінюється сприятливими станами; у зоні Лісостепу від 0,74 до 0,80, що відповідає категорії екологічної безпеки – безпека, а їх агроекологічний стан оцінюється станами: 3 райони еталонними станами, 6 районів сприятливими станами.

1. Городній М. М., Бикін А. В., Нагаєвська Л. М. Агрохімія: підручник. Київ: ТОВ «Алефа», 2003. 778 с. 2. Клименко Л. В. Оцінка агроекологічного стану ґрунтового покриву Західного Полісся України в комплексі стійкого розвитку. *Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки*: зб. наук. праць. Рівне, 2008. Вип. 1(41). С. 9–16. 3. Клименко М. О., Клименко О. М., Долженчук В. І., Онищук Н. В. Оцінка агроекологічного стану орних земель лісостепової частини Рівненської області. *Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки*: зб. наук. праць. Рівне: НУВГП, 2019. Вип. 2(86). С. 3–15. 4. Рижук С. М., Лісовий М. В.,

Бенцаровський Д. М. Методика агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення. Київ, 2003. 64 с. **5.** Созінов О. О., Прістер Б. С. Методика суспільного ґрунтового агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України. Київ, 1994. **6.** Еколого-агрохімічна паспортизація полів та земельних ділянок: керівний нормативний документ / Козлов М. В., Лапа М. А., Дорошенко М. Я. та ін. Київ : Аграрна наука, 1996. **7.** Сірий А. І., Козлов М. В., Ракоїд О. О. Оцінка та паспортизація сільськогосподарських земель з використанням агроекологічного методу. *Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель* / за ред. В. П. Патики, О. Г. Тараріко. Київ : Фітосоціоцентр, 2002. С. 114–118. **8.** Бобрусь С. В. Агроекологічний стан напівгідроморфних ґрунтів Полісся та вдосконалення управління їх родючістю і продуктивністю агроценозів : автореф. дис. ... канд. с-г. наук. Житомир, 2008. 20 с. **9.** Москальов Є. Л. Комплексна оцінка агроекологічного стану орних земель Чернігівської області та обґрунтування заходів щодо його поліпшення : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. Київ, 2004. 20 с. **10.** Ракоїд О. О. Методичні підходи до комплексної оцінки агроекологічного стану сільськогосподарських земель на регіональному рівні. *Вісник Степу* : науковий збірник. Кіровоград : Центрально-Українське видавництво, 2005. С. 107–108. **11.** Агроекологічне обґрунтування створення та експлуатація спеціальних сировинних зон / Вдовиченко А. В., Макаренко Н. А., Ракоїд О. О., Козлов М. В. та ін. *Екологія: вчені у вирішенні проблем науки, освіти і практики* : зб. доп. учасн. міжнар. наук-практ. конф. 24–25 травня. 2007 р. Житомир : Вид. «Державний агроекологічний університет», 2007. С. 46–50. **12.** Екологічна оцінка регіону для створення спеціальних сировинних зон / Макаренко Н. А., Вдовиченко А. В., Ракоїд О. О. та ін. *Таврійський науковий вісник*. 2008. № 58. С. 313–319. **13.** Методичні рекомендації з надання статусу спеціальної сировинної зони та контролю за їх використанням / за ред. О. І. Фурдичка. К., 2007. 35 с. **14.** Герасимчук З. В., Олексюк А. О. Екологічна безпека регіону: діагностика та механізм забезпечення : монографія. Луцьк : Надстир'я, 2007. 280 с.

REFERENCES:

1. Horodnii M. M., Bykin A. V., Nahaievskia L. M. *Ahrokhimiia* : pidruchnyk. Kyiv : TOV «Alefa», 2003. 778 s. **2.** Klymenko L. V. Otsinka ahroeko-lohichnoho stanu gruntovoho pokryvu Zakhidnoho Polissia Ukrainy v kompleksi stiikoho rozvytku. *Visnyk NUVHP. Silskohospodarski nauky* : zb. nauk. prats. Rivne, 2008. Vyp. 1(41). S. 9–16. **3.** Klymenko M. O., Klymenko O. M., Dolzhenchuk V. I., Onyshchuk N. V. Otsinka ahroekolohichnoho stanu ornykh zemel lisostepovoi chastyny Rivnenskoï oblasti. *Visnyk NUVHP. Silskohospodarski nauky* : zb. nauk. prats. Rivne : NUVHP, 2019. Vyp. 2(86). S. 3–15. **4.** Ryzhuk S. M., Lisovyi M. V., Bentsarovskiy D. M. *Metodyka ahrokhimichnoi pasportyzatsii zemel silskohospodarskoho pryznachennia*. Kyiv, 2003. 64 s. **5.** Sozinov O. O.,

Prister B. S. *Metodyka suspilnoho gruntovoho ahrokhimichnoho monitorynhu silskohospodarskykh uhid Ukrainy*. Kyiv, 1994. **6.** Ekoloho-ahrokhimichna pasportyzatsiia poliv ta zemelnykh dilianok: kerivnyi normatyvnyi dokument / Kozlov M. V., Lapa M. A., Doroshenko M. Ya. ta in. Kyiv : Ahrarna nauka, 1996. **7.** Siryi A. I., Kozlov M. V., Rakoid O. O. Otsinka ta pasportyzatsiia silskohospodarskykh zemel z vykorystanniam ahroekolohichnoho metodu. *Ahroekolohichni monitorynh ta pasportyzatsiia silskohospodarskykh zemel* / za red. V. P. Patyky, O. H. Tarariko. Kyiv : Fitosotsiotsentr, 2002. S. 114–118. **8.** Bobrus S. V. Ahroekolohichni stan napivhidromorfnykh gruntiv Polissia ta vdoskonalennia upravlinnia yikh rodiuchistiu i produktyvnistiu ahrotsenziv : avtoref. dys. ... kand. s-h. nauk. Zhytomyr, 2008. 20 s. **9.** Moskalov Ye. L. Kompleksna otsinka ahroekolohichnoho stanu ornnykh zemel Chernihivskoi oblasti ta obgruntuvannia zakhodiv shchodo yoho polipshennia : avtoref. dys. ... kand. s-h. nauk. Kyiv, 2004. 20 s. **10.** Rakoid O. O. *Metodychni pidkhody do kompleksnoi otsinky ahroekolohichnoho stanu silskohospodarskykh zemel na rehionalnomu rivni. Visnyk Stepu* : naukovyi zbirnyk. Kirovohrad : Tsentralno-Ukrainske vydavnytstvo, 2005. S. 107–108. **11.** Ahroekolohichne obgruntuvannia stvorennia ta ekspluatatsiia spetsialnykh syrovynnykh zon / Vdovychenko A. V., Makarenko N. A., Rakoid O. O., Kozlov M. V. ta in. *Ekolohiia: vcheni u vyrishenni problem nauky, osvity i praktyky* : zb. dop. uchasn. mizhnar. nauk-prakt. konf. 24–25 travnia. 2007 r. Zhytomyr : Vyd. «Derzhavnyi ahroeko-lohichniy universytet», 2007. S. 46–50. **12.** Ekolohichna otsinka rehionu dlia stvorennia spetsialnykh syrovynnykh zon / Makarenko N. A., Vdovychenko A. V., Rakoid O. O. ta in. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. 2008. № 58. S. 313–319. **13.** *Metodychni rekomendatsii z nadannia statusu spetsialnoi syrovynnoi zony ta kontroliu za yikh vykorystanniam* / za red. O. I. Furdychka. K., 2007. 35 s. **14.** Herasymchuk Z. V., Oleksiuk A. O. *Ekolohichna bezpeka rehionu: diahnostyka ta mekhanizm zabezpechennia* : monohrafiia. Lutsk : Nadstyria, 2007. 280 s.

Klymenko M. O., Doctor of Agricultural Sciences, Professor; Pryshchepa A. M., Doctor of Agricultural Sciences, Professor; Klymenko O. M., Doctor of Agricultural Sciences, Professor; Varzhel O. V., Post-graduate Student (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

ASSESSMENT OF INTEGRAL INDEX OF ECOLOGICAL SAFETY AND AGROECOLOGICAL STATE OF ARABLE LANDS OF RIVNE REGION

The results of the investigation of ecological safety and agroecological state assessment of arable lands of the region are

exposed in the article. Estimation of ecological safety and agroecological state of arable lands indices was carried out according to average arithmetic points out of three aggregated indices, such as ecological stability, the level of fertility, sanitary – hygienic state. Simultaneously, the conversion of factual indices of arable lands fertility (contents of humus, pH, contents of slightly hydrolyzed nitrogen, movable phosphorus, exchangeable potassium, contents of movable forms of beryllium, manganese, zinc, lead, copper, cadmium) were carried out following the dependencies for stimulator indices of increasing parabolas and for destimulators of lowering parabola indices, which were defined experimentally.

The qualitative assessment of arable lands ecological safety was carried out according to the scale: 1.0–0.6835 – safety; 0.6835–0.4851 – risk; 0.4851–0.1902 – threat; 0.1902–0 – danger, and the assessment of agroecological state according to the scale: 1.0–0.8 – standard; 0.8–0.6 – favorable; 0.6–0.4 – satisfactory; 0.4–0.2 – threatening; 0.2–0 – crucial.

According to aggregative indices, the ecological stability of arable lands of the region is estimated as the following: in Polissia zone (from 0.65 to 0.745) which response to the eco safety categories: one district – risk, six districts – safety. As for the agroecological state, it is favorable; in Forest-Steppe zone (from 0.69 to 0.875) which response to eco safety categories: 9 districts – safety, as for agroecological state, one district is standard, six districts are in a favorable state.

According to the indices of arable lands fertility level of the region in Polissia zone, (from 0.53 to 0.63) they respond to category of risk, and according to the agroecological state four regions have favorable, three – satisfactory states; in the Forest-Steppe zone, (from 0.62 to 0.84) lands respond to the following categories: seven districts – safety, two – risk, and according to agroecological state – one district – standard, eight districts – favorable state.

As for aggregative indices of sanitary – hygienic state arable lands of the region in Polissia zone (from 0.85 to 0.91) respond to the categories «eco safety – safety», and according to agroecological state they are estimated by standard state: in Forest-Steppe zone (from 0.72 to 0.91) they are estimated by the category «eco safety – safety», and as for agroecological state – standard and favorable states.

According to the index of ecological safety and agroecological state arable lands of the region are estimated by the state of safety, and their agroecological state – by standard and favorable states.

Keywords: ecological safety; agroecological state; arable lands; dependencies; indices; safety; risk; threat; danger; standard; favorable;

satisfactory; threatening; crucial.

Клименко Н. А., д.с.-х.н., профессор; Прищеп А. Н., д.с.-х.н., профессор; Клименко А. Н., д.с.-х.н., профессор; Варжель О. В., соискатель третьего уровня образования (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

ОЦЕНКА ИНТЕГРАЛЬНОГО ИНДЕКСА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ РОВЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

В статье изложены результаты исследований по оценке экологической безопасности и агроэкологического состояния пахотных земель области. Расчет индексов экологической безопасности и агроэкологического состояния пахотных почв осуществляли по среднестатистическому из трех агрегированных показателей: экологической устойчивости; уровня плодородия; санитарно-гигиенического состояния. При этом перевод фактических показателей плодородия пахотных почв (гумуса, кислотности, макро и микроэлементов) производили по зависимостям, которые имеют вид парабол.

Качественное и количественное оценивание экологической безопасности пахотных почв области производили за шкалой: 1,0–0,6835 – безопасность; 0,6835–0,4851 – риск; 0,4851–0,1902 – угроза; 0,1902–0 – опасность, а оценку агроэкологического состояния по шкале: 1,0–0,8 – эталонное; 0,8–0,6 – благоприятное; 0,6–0,4 – удовлетворительное; 0,4–0,2 – угрожающее; 0,2–0 – критическое.

За интегральным индексом пахотные почвы области оцениваются: в зоне Полесья от 0,7 до 0,76, что соответствует категории – безопасность, а за агроэкологическим состоянием оценивается – благоприятным состоянием; в зоне Лесостепи от 0,74 до 0,8, что соответствует категории экологической безопасности – безопасность, а их агроэкологическое состояния оцениваются 3 района – эталонным, а 6 – благоприятным состоянием.

Ключевые слова: пахотные почвы, зависимости, показатели, экологическая безопасность, опасность, эталонный, критическое состояния, агроэкологическое состояния.
