

Родючість ґрунтового покриву як показник екологічної безпеки функціонування агроєкосистеми

М.О. Клименко, доктор сільськогосподарських наук

Т.М. Колесник, А.М. Прищеп, кандидати сільськогосподарських наук
Національний університет водного господарства та природокористування

Запропоновано концептуальний підхід до оцінки стану екологічної безпеки функціонування агроєкосистеми та процесів її еволюції, оцінено стан екологічної безпеки функціонування агроєкосистем орних земель Рівненської області.

Стан екологічної безпеки функціонування агроєкосистем є важливою умовою стабільного та економічно ефективного вирощування якісної сільськогосподарської продукції. На нашу думку, основним критерієм екологічної безпеки є підтримання агроєкосистеми у стані динамічної рівноваги, який передбачає відтворення та поступову стабілізацію родючості ґрунтового покриву. Оцінку родючості нині проводять за набором загальновідомих показників [1, 2]. Частково вирішеними проблемами залишаються еталони родючості, відносно яких можна було б оцінити напрям протікання процесів ґрунтотворення – деградацію, окультурення чи стабілізацію [1], а критерії оцінювання стану екологічної безпеки функціонування агроєкосистем – нині питання досить нове і не розкрите у методологічному аспекті. Тому проблема визначення критеріїв оцінювання стану екологічної безпеки функціонування агроєкосистем дотепер залишається актуальною.

Метою досліджень було обґрунтування концептуального підходу до оцінки стану екологічної безпеки агроєкосистеми та оцінка стану екологічної безпеки функціонування агроєкосистем орних земель районів Лісостепу Рівненської області.

Об'єктом досліджень є процеси зміни стану екологічної безпеки функціонування агроєкосистем внаслідок сільськогосподарського виробництва. Щодо предмета досліджень, то ним були показники родючості ґрунтового покриву ріллі та стану екологічної безпеки функціонування агроєкосистем.

Дослідження базувалися на часових рядах динаміки родючості, отриманих Рівненським науково-виробничим проектно-технологічним центром “Облдержродючість” в ході I–IX турів агрохімічних обстежень ґрунтового покриву адміністративних районів Лісостепу Рівненської області.

Результати досліджень та їх обговорення. Проблема строкатості ґрунтового покриву породжує необхідність диференціального підходу до визначення еталонів родючості. Генетична строкатість зумовлює і неоднакову швидкість процесів ґрунтотворення, тому навіть за умови існування у заданій

агрогрунтовій зоні еталону певного типу ґрунту прирівнювати до нього інші ґрунтові відміни того ж самого типу, які зазнали різного ступеня освоєння, досить складно. З огляду на сказане, ми зупинилися на так званому еталонному показнику родючості, який можна визначити із часового ряду динаміки, отриманого в ході турів еколого-агрохімічних обстежень ґрунтового покриву. Такі спостереження ведуться неперервно через кожні 5 років – період, який є достатнім для виявлення напрямку окремих тенденцій чи навіть закономірностей ґрунтоутворення. Тому нами умовно прийнято, що еталонним показником є той показник у ряді часової динаміки еколого-агрохімічного стану, який має найбільш оптимальне значення: максимальне – для позитивних показників та мінімальне значення – для негативних показників відповідно.

Для вирішення питання оцінки стану екологічної безпеки важливим моментом є відповідна шкала рівнів, яка ґрунтувалася б на порівняннях фактичного відхилення від еталонного за допомогою умовного показника зміни родючості (G , %), для встановлення якого застосуємо універсальну формулу обчислення відхилення,

$$G = \frac{G_f - G_e}{G_e} \cdot 100, \quad (1)$$

де G_f – фактичне значення показника родючості; G_e – еталонне значення показника родючості, яке прирівнюється до максимального (для позитивних показників) та мінімального (для негативних показників) у часовому ряді динаміки.

Виходячи із фізичного змісту “відхилення” та його істотних меж ($\pm 5\%$), на основі значення умовного показника зміни родючості можна визначити наступні стани екологічної безпеки та відповідні їм процеси еволюції агроєкосистеми:

$G > 5\%$ – стан екологічної безпеки – *стабільно безпечний*; процес еволюції агроєкосистеми – *окультурення* (перехід агроєкосистеми на вищий енергетичний рівень функціонування);

$-5\% \leq G \leq 5\%$ – стан екологічної безпеки – *безпечний*; процес еволюції агроєкосистеми – *динамічна рівновага* (стабілізація агроєкосистеми);

$G < -5\%$ – стан екологічної безпеки – *небезпечний*; процес еволюції агроєкосистеми – *деградація* (перехід агроєкосистеми на нижчий енергетичний рівень функціонування).

Важливим невирішеним аспектом проблеми визначення стану екологічної безпеки агроєкосистеми залишається ідентифікація початку переходу агроєкосистеми на 1-й 2-й і т.д. вищий і відповідно нижчий рівні функціонування. На наш погляд, такі переходи слід ототожнювати із переходом порогів буферності ґрунту [2], що є питанням наших подальших досліджень.

Поділивши умовний показник зміни родючості на період часу, матимемо швидкість зміни показника родючості (V_G , частки від 1)

$$V_G = \frac{G}{100 \cdot |t_f - t_e|}. \quad (2)$$

де $|tf - te|$ – модуль періоду часу, за який відбулася зміна показника родючості від G_e до G_f (або навпаки – від G_f до G_e).

Якщо зміна показника родючості відбувалася тривалий час та у цьому періоді можна виділити різні швидкості, то існує *прискорення зміни показника родючості*

$$a_G = \frac{V_{G2} - V_{G1}}{|t_{G2} - t_{G1}|}. \quad (3)$$

Величини a_G та V_G в комплексі дозволяють прогнозувати значення майбутнього показника родючості ґрунтового покриву та стану екологічної безпеки агроєкосистеми на період часу Δt за незмінних умов агротехнологій

$$X_{\text{прогн}} = X_{\text{факт}} + X_{\text{факт}} \cdot V_G \cdot a_G \cdot \Delta t, \quad (4)$$

де $X_{\text{факт}}$, $X_{\text{прогн}}$ – відповідно фактичне та прогнозоване значення показника родючості на період часу $t = t_0 + \Delta t$.

Таким чином, на основі запропонованих підходів щодо оцінки стану екологічної безпеки функціонування агроєкосистеми та відповідного процесу її еволюції, було проаналізовано часові ряди динаміки трьох основних показників родючості ґрунтового покриву районів Лісостепу Рівненської області – вміст гумусу, фосфору рухомих сполук та калію обмінного, які відносяться до блоку “позитивних показників” (таблиця).

Дослідження підтверджують, що загалом у часовому ряді динаміки вмісту гумусу в ґрунтах орних земель районів Лісостепу Рівненської області маємо усталене падіння даного показника. Відповідно максимальний вміст гумусу відмічено у V турі, мінімальний – у IX, умовний показник зміни родючості $G = -7,02\%$, що свідчить про вихід агроєкосистеми зі стану динамічної рівноваги, початок процесу деградації та перехід агроєкосистеми на нижчий енергетичний рівень функціонування. Швидкість зміни родючості ($V = -0,0047$) та відповідне прискорення ($a = -0,0004$) свідчать про суттєве уповільнення процесу деградації, тому в прогнозі за наступні 5 років вміст гумусу стабілізується на рівні 2,25 %.

Аналіз динаміки вмісту фосфору рухомих сполук показує, що, починаючи з I туру до VI, показник зміни родючості становив $G = +40,7\%$. Екстремум максимуму вмісту фосфору рухомих сполук відмічено у VI турі. Загалом показник зміни родючості за VI–IX тури ($G = -9,15\%$) свідчить про небезпечний стан екологічної безпеки, перехід агроєкосистеми на нижчий енергетичний рівень функціонування внаслідок її деградації та стабілізації на цьому рівні в останні 15 років. Прогноз вмісту фосфору рухомих сполук на X тур показує, що протягом 5 років агроєкосистема перебуватиме на тому ж нижчому енергетичному рівні, а вміст фосфору не перевищить 153,9 мг/кг.

Динаміка основних показників родючості ґрунтового покриву орних земель районів Лісостепу Рівненської області

| Показник | Тур еколого-агрохімічного обстеження ґрунтового покриву (період) | | | | | | | | | | Стан екологічної безпеки (процес еволюції) | Прогноз на X тур за V_G та a_G |
|-------------------------------------|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|---|------------------------------------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | $t_f - t_e$ | | |
| | 1954–1959 рр. | 1960–1965 рр. | 1966–1970 рр. | 1971–1985 рр. | 1986–1990 рр. | 1991–1995 рр. | 1996–2000 рр. | 2001–2005 рр. | 2006–2009 рр. | | | |
| Вміст гумусу, % | | | | | 2,42 | 2,4 | 2,33 | 2,31 | 2,25 | | Стан екобезпеки–небезпечний; процес еволюції – деградація | 2,250 |
| G | | | | | | -0,83 | -2,92 | -0,86 | -2,60 | -7,0248 | | |
| V_G | | | | | | -0,0017 | -0,0058 | -0,0017 | -0,005 | -0,005 | | |
| a_G | | | | | | | -0,0008 | 0,0008 | -0,0007 | -0,0004 | | |
| Вміст фосфору рухомих сполук, мг/кг | 120,4 | 127,2 | 109,1 | 144,5 | 159,4 | 169,4 | 148,7 | 151,5 | 153,9 | | Стан екобезпеки–небезпечний; процес еволюції – деградація | 153,9 |
| G | | | | | | | -12,22 | 1,88 | 1,58 | -9,150 | | |
| V_G | | | | | | | -0,024 | 0,004 | 0,003 | 0,014 | | |
| a_G | | | | | | | | 0,006 | 0,000 | 0,006 | | |
| Вміст калію обмінного, мг/кг | 82,1 | 85 | 83,7 | | 108,4 | 123,9 | 86,6 | 79,3 | 89 | | Стан екобезпеки–небезпечний; процес еволюції – деградація | 89,1 |
| G | | | | | | | -30,1 | -8,4 | 12,2 | -28,168 | | |
| V_G | | | | | | | -0,060 | -0,017 | 0,024 | -0,028 | | |
| a_G | | | | | | | | 0,009 | 0,008 | 0,017 | | |

Результати досліджень динаміки вмісту калію обмінного в ґрунтах показують, що в період I–VI турів агрохімічних обстежень показник зміни родючості становив $G = +50,9 \%$, з VI по VIII тур $G = -36 \%$. Загалом середній показник зміни родючості за калієм обмінним після піку окультурення на сьогодні становить $-28,2 \%$. Це свідчить про те, що стан екологічної безпеки агроєкосистеми – небезпечний, процес еволюції – деградація, агроєкосистема стабілізувалася на нижчому енергетичному рівні, для переходу з якого вище потрібні суттєві зміни в агротехнологіях та час (прогноз на 5 років передбачає стабілізацію вмісту калію обмінного $89,1 \text{ мг/кг}$).

Висновки

1. Концептуальний підхід оцінки стану екологічної безпеки агроєкосистем на основі часових рядів динаміки родючості ґрунтового покриву передбачає застосування таких параметрів, як умовний показник зміни родючості, швидкість та прискорення зміни показника родючості, які в комплексі дозволяють оцінювати стан екобезпеки, напрям процесу еволюції агроєкосистеми та прогнозувати подальшу зміну родючості.

2. Дослідження стану екологічної безпеки агроєкосистем орних земель районів Лісостепу показують, що показники зміни родючості агроєкосистеми характеризуються небезпечним станом та стабілізацією в деградаційній фазі еволюції, у критичному стані перебуває вміст калію обмінного в ґрунтах, у найбільш стабільному – вміст гумусу, що дозволяє прогнозувати подальшу стабілізацію процесів деградації за незмінних умов агротехніки.

Бібліографія

1. *Медведєв В.В.* Мониторинг почв Украины. Концепция, предварительные результаты, задачи / *В.В. Медведєв.* – Харьков : ПФ “Антиква”, 2002. – 428 с.
2. *Трускавецький Р.С.* Буферна здатність ґрунтів та їх основні функції. / *Р.С. Трускавецький.* – Харків : ППВ “Нове слово”, 2003. – 255 с.