
РАЦІОНАЛЬНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ І ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

УДК 631.95:631.45:632:93

DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2019.174011>

ІННОВАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ЗА ВИКОРИСТАННЯ ІНДИКАТОРІВ «ЗЕЛЕНОГО ЗРОСТАННЯ»

І.П. Яцук¹, Л.І. Моклячук², А.М. Ліщук², С.А. Романова¹

¹ Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України»

² Інститут агроєкології і природокористування НААН

Проаналізовано матеріали міжнародних організацій з питань «зеленого зростання», проведено ретроспективний аналіз бази даних еколого-агрохімічного моніторингу земель сільськогосподарського призначення та запропоновано індикатори «зеленого зростання» сільського господарства для відновлення природного потенціалу агроєко-систем України. Визначено екологічні індикатори «зеленого зростання» сільського гос-подарства, як-от: глобальні — розораність території, баланс гумусу, баланс нітрогену, баланс фосфору, баланс калію; національні — динаміка вмісту гумусу, динаміка вмісту рухомих форм нітрогену, фосфору та калію; локальні — рН, забезпеченість необхідними мікроелементами, забруднення токсичними металами, вміст залишків пестицидів, вміст радіоактивних елементів. Оцінка ґрунтів за екологічними індикаторами «зелено-го зростання» підтвердила, що основними чинниками зниження агрономічно важливих властивостей ґрунту є: недостатнє внесення органічних та мінеральних добрив, водна та вітрова ерозія, переуцільнення потужною важкою технікою. Запропоновано за-ходи для переходу сільського господарства до «зеленого зростання», що передбачають відтворення родючості ґрунтів і подальше збалансоване ведення сільгоспвиробництва та підвищення його ефективності за переходу на бездефіцитний баланс гумусу і по-живних речовин у землеробстві.

Ключові слова: «зелене зростання», землі сільськогосподарського призначення, агро-екосистема, ґрунт, гумус, поживні речовини.

У галузі сучасного сільськогосподар-ського виробництва основним чинником його економічного зростання є екологічна складова розвитку, нові моделі виробни-цтва і споживання, а також принципово інший інноваційний підхід до визначення поняття «зростання» і виміру його резуль-татів. «Зелене зростання» сільського гос-подарства — це стратегія, в якій інвестиції в екологічні ресурси та послуги стають рушійною силою економічного розвитку агросфери, а охорона навколишнього при-родного середовища розглядається як чин-ник економічного зростання [1].

Стратегія «зеленого зростання» зво-диться до того, що економічна і природо-охоронна державна політика повинна бути спрямованою на раціональне використання та охорону земель, захист їх від деградації та забруднення, підвищення врожайності сільськогосподарських культур, збільшен-ня обсягу виробництва високоякісної, еко-логічно безпечної продукції, забезпечення продовольчої безпеки держави, збереження ландшафтного і біологічного різноманіття та створення екологічно безпечних умов проживання населення [2, 3].

Невід'ємною складовою інноваційного розвитку сільського господарства є перехід до «зеленого зростання» забруднених агро-екосистем. Моніторинг прогресу на шляху

© І.П. Яцук, Л.І. Моклячук, А.М. Ліщук,
С.А. Романова, 2019

до «зеленого зростання», оцінювання ефективності використовуваних джерел інформації та ступеню досягнення поставлених цілей потребує використання відповідних критеріїв та індикаторів — показників вказаної стратегії. Агроекологічні індикатори мають важливе значення для визначення політики ОЕСР (Організація з економічного співробітництва та розвитку). Вони стосуються екологічних проблем у сільському господарстві, оскільки актуальність політики ОЕСР потенційно сприяє розумінню і аналізу агроекологічного та сталого сільського господарства. Наразі розробленням основних критеріїв «зеленого зростання» займаються багатопрофільні організації, основними з яких є ОЕСР, організації системи ООН, Єврокомісія, Світовий банк, Міжнародна платформа досвіду «зеленого зростання» (Green Growth Knowledge Platform (GGKP) [4–9]. Зокрема, ОЕСР пропонує розглядати індикатори за основними критеріями, як-от: актуальність політики, аналітична доцільність, вимірність, рівень агрегації [10].

Політика «зеленого зростання» ОЕСР спрямовується на збереження та раціональне використання природного капіталу [11]. У сільському господарстві — це, насамперед, землі сільськогосподарського призначення. Існує потенційно значна кількість показників, які можуть бути використані як агроекологічні індикатори «зеленого зростання» [12, 13]. Проте кожна держава повинна визначити свої індикатори, за допомогою яких можна найточніше оцінити стан економіки та сільського господарства. На сьогодні ще не розроблено єдиної системи екологічних індикаторів для оцінювання «зеленого зростання» сільського господарства України. Використання такої системи на регіональному рівні сприятиме висвітленню проблем сільського господарства та може прискорити відновлення природного потенціалу агроєкосистем нашої держави.

Метою роботи було дослідити інноваційний розвиток сільського господарства за використання системи екологічних індикаторів для оцінювання «зеленого зрос-

тання» агроєкосистем України і для відновлення їх природного потенціалу.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили у відділі екотоксикології Інституту агроєкології і природокористування НААН та в Державній установі «Інститут охорони ґрунтів України» (ДУ «Держґрунтохорона») упродовж 2013–2018 рр. Теоретичною та методологічною основою дослідження є екологічні наукові положення у сфері сільського господарства, безпеки і якості ґрунтів сільськогосподарських угідь, документи міжнародних організацій ОЕСР, ЮНЕП (Програма ООН з навколишнього середовища), Світового банку, праці провідних зарубіжних та вітчизняних вчених. Для розроблення системи індикаторів «зеленого зростання» агроєкосистем було здійснено ретроспективний аналіз бази даних еколого-агрохімічного моніторингу ґрунтів ДУ «Держґрунтохорона» [14, 15]; застосували кількісний порівняльний аналіз, метод формалізації та методи прикладної статистики. Інформаційною базою дослідження були закони України та нормативно-правові акти у сфері охорони ґрунтів. Вірогідність і обґрунтованість одержаних результатів обумовлено використанням загальнонаукових і спеціальних статистичних методів.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Індикатори «зеленого зростання» сільського господарства. Для того щоб показники, за якими проводять оцінювання «зеленого зростання» сільського господарства, можна було вважати індикаторами, вони насамперед мають відображати антропогенні зміни, які відбуваються у агроєкосистемах. До того ж для порівняння значень індикаторів на міжнародному рівні потрібно, щоб вони були визначені за допомогою відповідних уніфікованих методів та одиниць вимірювань [16].

Методологія вимірювань ОЕСР пропонує рамкову систему індикаторів, за якою всі індикатори «зеленого зростання» поділяються на економічні, екологічні та

соціальні. Згідно з даними Центру екологічної політики та права при Єльському університеті (Yale Center for Environmental Law and Policy), у 2006 р. Україна займала 51 місце із 133 країн світу, у 2008 — 75 із 149, у 2010 — 87 із 163, у 2012 — 102 із 132, у 2014 — 95 із 178, у 2016 р. — 44 місце із 180 країн за індексом екологічної продуктивності (ЕПІ), який є комплексним показником оцінки екологічної політики держави та її суб'єктів зокрема [17]. Робота над адаптацією економічних індикаторів «зеленого зростання» для України проводиться з 2013 р. Але для оцінювання «зеленого зростання» сільського господарства цих індикаторів недостатньо.

За рекомендаціями ОЕСР [10] визначено основні рамкові індикатори «зеленого зростання» сільського господарства, якими є зміни вмісту органічної речовини ґрунту та зміни у балансі і концентрації поживних речовин. З огляду на те, що ґрунти є основним засобом виробництва сільськогосподарської продукції, першочергове значення для оцінювання сільськогосподарського виробництва має інформація про їх якісний стан. Слід зауважити, що сільське господарство формує як позитивний, так і негативний впливи на навколишнє природне середовище залежно від характеру, масштабу та інтенсивності агровиробництва, екологічних чинників, кліматичних умов, стану водних ресурсів, економічних тенденцій та державної політики. Наслідком негативного впливу є деградація ґрунтів, забруднення води та повітря, знищення природних ареалів поширення рослинних і тваринних організмів та втрата біорізноманіття. Все це порушує баланс у сільському господарстві, призводить до зниження його продуктивності і, зрештою, до втрати продовольчих ресурсів [18, 19].

Відповідно до законодавства України, контроль стану родючості ґрунтів здійснює ДУ «Держґрунтоохорона» через національний моніторинг земель сільськогосподарського призначення шляхом агрохімічної паспортизації земель [14, 15]. З огляду на те, що агроєкосистема — це штучна або змішана система рослинних, тваринних і

мікробіологічних угруповань з невираженим або відсутнім механізмом саморегулювання, проектна продуктивність якої підтримується завдяки прямим і опосередкованим енергетичним інвестиціям, стан агроєкосистем повною мірою залежить від культури господарювання. Господарська діяльність людини є домінуючим чинником трансформації ґрунтів. Тому найважливішою умовою збереження біосфери, рослинного покриву у належному стані, а також забезпечення продуктивності сільського господарства є постійна турбота про охорону ґрунту — структуру і властивості через вжиття системи заходів із підвищення його родючості.

Для створення системи екологічних індикаторів «зеленого зростання» сільського господарства слід проводити аналіз показників якісного стану ґрунту із урахуванням характеристики ґрунтово-кліматичної зони та господарської діяльності людини.

Оцінювання якості ґрунту на основі стратегії ЄС із питань сталого розвитку. Відповідно до запропонованої Єврокомісією тематичної стратегії охорони ґрунтів, метою якої є: збереження ґрунту, його сталого використання шляхом запобігання подальшій деградації, збереження ґрунтових функцій і реабілітації деградованих ґрунтів, досліджено придатність показників моніторингу ґрунтів як індикаторів «зеленого зростання» сільського господарства. Відповідно, визначено 14 екологічних індикаторів, які характеризують стан земельних ресурсів України. Рівень екологічних індикаторів «зеленого зростання» сільського господарства та критерії оцінювання наведено в таблиці.

Встановлено, що одним із найважливіших екологічних індикаторів «зеленого зростання» сільського господарства є розораність земель [12, 18].

За даними Держстату України, розораність земель в Україні перевищує відповідний показник багатьох країн. Результати аналізу засвідчили, що індикатори, як-от: розораність території, баланс гумусу, баланс нітрогену, баланс фосфору, баланс калію можна вважати глобальними, оскільки

Рівень екологічних індикаторів «зеленого зростання» сільського господарства [12]

Індикатори	Критерії	Рівень індикатора
Розораність території	Для України співвідношення орних земель, природних кормових угідь і лісів має становити 1:1,6:3,6, але фактично воно становить 1:0,23:0,3 відповідно	Глобальний
Баланс гумусу у рослинництві	Збалансованість концентрації гумусу у процесі сільськогосподарського виробництва	Глобальний
Баланс нітрогену	Збалансованість концентрації гідролізованого нітрогену у процесі сільськогосподарського виробництва	Глобальний
Баланс фосфору	Збалансованість концентрації рухомих форм фосфору у процесі сільськогосподарського виробництва	Глобальний
Баланс калію	Збалансованість концентрації калію у процесі сільськогосподарського виробництва	Глобальний
Уміст гумусу (органічного вуглецю)	Позитивний тренд умісту гумусу (органічного вуглецю) у ґрунті	Національний
Динаміка вмісту гідролізованого нітрогену	Задовільна кількість гідролізованого нітрогену для живлення рослин	Національний
Уміст рухомих сполук фосфору	Задовільна кількість рухомих форм фосфору для живлення рослин	Національний
Уміст рухомих сполук калію	Фоновий уміст калію	Національний
Реакція ґрунтового розчину	Заходи з підтримання толерантних для вирощування рослин значень рН	Локальний
Забезпеченість необхідними мікроелементами	ГДК (гранично допустима концентрація), фоновий уміст необхідних мікроелементів	Локальний
Забруднення токсичними металами: кадмієм, свинцем, ртуттю	ГДК, фоновий уміст токсичних металів	Локальний
Уміст залишкових кількостей пестицидів	МДР (максимально допустимий рівень) залишкових кількостей пестицидів у ґрунті	Локальний
Уміст радіоактивних елементів: ^{137}Cs та ^{90}Sr	ГДК радіонуклідів у ґрунті	Локальний

їхні кількісні значення можна порівняти з аналогічними даними іншої країни чи декількох країн; індикатори: динаміка вмісту гумусу, динаміка вмісту рухомих сполук нітрогену, динаміка вмісту рухомих сполук фосфору, динаміка вмісту рухомих сполук калію відповідають значенню *національ-*

ного рівня; індикатори: реакція ґрунтового розчину, забезпеченість необхідними мікроелементами, забруднення токсичними металами (кадмієм, свинцем, ртуттю), вміст залишкових кількостей пестицидів, уміст радіоактивних елементів (^{137}Cs та ^{90}Sr) мають *локальний* характер, що зумов-

лено неможливістю виділення чинників антропогенного впливу серед значної їх кількості, які мають вплив на значення цих показників [12, 13]. Зокрема, строкатість ґрунтів за рівнем забезпеченості фізіологічно необхідними мікроелементами для рослин, вплив кліматичних умов (промивний водний режим), властивості материнської породи (кисла чи карбонатна) та антропогенні чинники впливають на значення показників кислотності ґрунту тощо.

Отже, на основі аналізу документів ОЕСР та результатів власних досліджень у рамках еколого-агрохімічного моніторингу ґрунтів визначено найінформативніші екологічні індикатори, за якими можна кількісно визначити рівень антропогенного впливу на стан агроєкосистем та розробити заходи для переходу сільського господарства на засади «зеленого зростання».

Оцінювання стану ґрунтів за екологічними індикаторами «зеленого зростання». Проведено оцінювання стану ґрунтів земель сільськогосподарського призначення за екологічними індикаторами «зеленого зростання»: *глобальними* — розораність території, баланс гумусу у рослинництві, баланс нітрогену, баланс фосфору, баланс калію; *національними* — динаміка вмісту гумусу, динаміка вмісту рухомих сполук нітрогену, рухомих сполук фосфору, рухомих сполук калію; *локальними* — реакція ґрунтового розчину, забезпеченість необхідними мікроелементами, забруднення токсичними металами (кадмієм, свинцем, ртуттю), уміст залишкових кількостей пестицидів, уміст радіоактивних елементів (^{137}Cs та ^{90}Sr).

За даними агрохімічного обстеження ґрунтів України (2011–2015 рр.) встановлено екологічні індикатори «зеленого зростання» сільського господарства, як-от:

Розораність. За даними Держстату України, розораність земель в нашій державі перевищує відповідний показник багатьох країн світу. Так, станом на 01.01.2016 р. в Україні, загалом, площа сільськогосподарських угідь налічувала 41,5 млн га, з яких: орні землі — 32,5 млн га, багаторічні насадження — 0,9, луки, пасовища та

сіножаті — 7,8 млн га. Найбільші площі сільськогосподарських угідь (46%) розміщуються у зоні Степу, Лісостепу (34,9) та Полісся (19,1%). Розораність ґрунтів в Україні у середньому становить 78,4%.

Уміст гумусу. Є інтегральним показником рівня потенційної і ефективної родючості — за останні 25 років в Україні він зменшився у середньому з 3,65 до 3,17%. За даними агрохімічного обстеження ґрунтів основні показники їхньої родючості мають тенденцію до погіршення.

Баланс гумусу у рослинництві. Розрахунки балансу гумусу свідчать про погіршення стану ґрунтів. Баланс гумусу залишається дефіцитним (–0,13 т/га), хоча останніми роками цей показник знизився завдяки пожнивним решткам, які залишаються на поверхні поля, що можна вважати позитивним зрушенням.

Динаміка вмісту гідролізованого нітрогену. Загалом, накопичення сполук гідролізованого нітрогену в ґрунтах України не спостерігається. За даними агрохімічного обстеження ґрунтів середньозважений уміст гідролізованого нітрогену в ґрунтах країни становить 105,4 мг/кг ґрунту. Переважає дуже низький та низький його вміст на 93,1% площ ґрунтів сільськогосподарських угідь, зокрема: у зонах Полісся — на 90,5%, Лісостепу — на 94,3 та Степу — на 93,3%.

Баланс рухомих сполук нітрогену. За даними агрохімічного обстеження середній показник балансу рухомих сполук нітрогену в ґрунтах становить 33 кг/га, або 683 тис. т. Недостатнє внесення азотних добрив призводить до деградації ґрунтів, а надлишкове — до вимивання рухомих сполук нітрогену у навколишнє природне середовище, до забруднення та евтрофікації водних джерел.

Уміст рухомих сполук фосфору. Середньозважений уміст рухомих сполук фосфору у ґрунтах України становить 110,3 мг/кг. Так, 68,6% обстежених площ характеризуються середнім та підвищеним його вмістом, 21,1 — високим і дуже високим і лише 10,4% — низьким та дуже низьким умістом. Зафіксовано незначне збільшення вмісту

рухомих форм фосфору. Загалом, забезпечення рухомих фосфором ґрунтів України можна вважати задовільним, але тенденції до зменшення його вмісту впродовж останніх п'яти років спостерігалися у Київській, Луганській та Одеській областях.

Баланс фосфору. Розрахунки, проведені на основі статистичних даних, свідчать, що цей основний елемент живлення сільськогосподарських культур упродовж багатьох років не повертається в ґрунт у тій кількості, що відчувається з урожаєм.

Уміст рухомих сполук калію. Понад 90% обстежених ґрунтів України характеризуються дуже високим, високим, підвищеним та середнім умістом рухомих сполук калію у ґрунті і лише 8,4% — низьким і дуже низьким. Середньозважений уміст рухомих сполук калію на обстежених площах становить 120,5 мг/кг ґрунту.

Баланс калію. Розрахунки, проведені на основі статистичних даних, засвідчують, що основні елементи живлення сільськогосподарських культур (фосфор і калій) упродовж багатьох років демонструють негативну динаміку вмісту у ґрунтах, що спричинено їх винесенням з урожаєм культур.

Реакція ґрунтового розчину. За даними агрохімічного обстеження понад 19% ґрунтів сільськогосподарських угідь є кислими, 57,3 — близькими до нейтральних та нейтральними, 23,6% — лужними. Висока питома вага кислих ґрунтів є характерною для зони Полісся (45,6%), найнижча — для зони Степу (1,8%). Останніми роками господарства вносять переважно азотні мінеральні добрива, що зазвичай є фізіологічно кислими і зумовлюють подальше підкислення ґрунтового розчину. Також слід наголосити на незадовільному рівні гіпсування засолених ґрунтів.

Забезпеченість необхідними мікроелементами. За рівнем забезпеченості рослин фізіологічно необхідними мікроелементами обстежені ґрунти є доволі строкатими. Вміст мікроелементів залежить від гранулометричного складу ґрунтотворних порід та вмісту органічної речовини у ґрунтах. Тому через різнозначне природне забезпе-

чення ґрунтів мікроелементами екологічні індикатори їх умісту можуть бути визначені лише на локальному рівні.

Забруднення токсичними металами: кадмієм, свинцем, ртуттю. Так, на вміст рухомих сполук свинцю обстежено понад 17,2 млн га сільськогосподарських угідь України. З них на 42% площ уміст рухомих сполук свинцю вимірюється у межах фонових значень (<0,8 мг/кг), понад 45% є слабким та помірним, 10 — середнім та підвищеним і 1,6% характеризується високим та дуже високим рівнем забруднення. Сільськогосподарські угіддя з перевищеним умістом рухомих форм свинцю (ГДК = 6,0 мг/кг) у процесі їх обстеження не виявлено.

Рухомі сполуки кадмію були визначені у ґрунтах усіх регіонів дослідження (за винятком Донецької та Луганської областей). У 50% обстежених площ сільськогосподарських угідь (17,2 млн га) уміст рухомих сполук кадмію не перевищував фонових значень (<0,1 мг/кг). Середньозважений показник умісту рухомих сполук кадмію в ґрунтах Полісся становить 0,24 мг/кг, Степу — 0,2 та Лісостепу — 0,16 мг/кг ґрунту.

Перевищення ГДК ртуті у ґрунтах України не зафіксовано.

Так, ґрунти України характеризуються низьким забрудненням високотоксичними хімічними елементами (свинець, кадмій і ртуть). Забруднення ґрунтів цими елементами має локальний характер. Запобігання накопиченню їх у продовольчій сировині можливо досягати завдяки вапнуванню кислих ґрунтів, внесенню адсорбентів, а на сильно забруднених землях — висіванням технічних культур.

Забруднення залишковими кількостями пестицидів. Застосування пестицидів потребує контролю їх залишкових кількостей у ґрунті, воді та сільськогосподарській продукції, до того ж контроль за таким забрудненням слід проводити відповідно до їх використання, вказаним в історії полів. Забруднення стійкими пестицидами має локальний характер.

Забруднення радіонуклідами. З обстежених 18,5 млн га сільськогосподарських

угідь щодо щільності забруднення ^{137}Cs та ^{90}Sr умовно безпечна територія, на якій може здійснюватися аграрне виробництво, становить 99,7% від обстеженої площі. Відзначимо, що забруднення радіонуклідами ґрунтів України (без урахування зони гарантованого добровільного відселення) має локальний характер.

Отже, результати аналізу стану ґрунтів України за екологічними індикаторами «зеленого зростання» засвідчили, що довготривала інтенсифікація і надмірна розораність земель призвели до критичного погіршення їх якості. Основними чинниками зниження агрономічно важливих властивостей ґрунту є: недостатній рівень внесення органічних та мінеральних добрив, водна та вітрова ерозія, переущільнення важкою технікою. На території України налічується 57,5% ґрунтів сільськогосподарських угідь з ознаками ерозії, і цей процес продовжується. Підкислення, засолення та осолонцювання також зумовлюють зниження якісних показників ґрунту. Насищення сівозмін культурами інтенсивного мінерального живлення, значне зменшення внесення органічних добрив, поширення процесів ерозії спричинили негативний баланс гумусу впродовж останніх десяти років.

Загалом, в Україні існує реальна загроза виснаження ґрунтового покриву та посилення деградаційних процесів, як-от: дегуміфікація, підкислення, водна ерозія і дефляція, переущільнення, що відбуваються внаслідок недотримання або спрощення технологій обробітку ґрунту. У сучасних економічних умовах за дефіциту фінансових ресурсів і через високу вартість проведення робіт з підвищення родючості ґрунтів та їх охорони вжиття відповідних заходів було скорочено до мінімуму, а деякі скасовано взагалі. Як наслідок, щорічно спостерігається тенденція до погіршення якісного стану ґрунтів. Упродовж останніх десятиліть землеробська галузь функціонує в умовах неефективних витрат невідновлюваних ресурсів енергії, що також призводить до зростання деградації ґрунтів, поступової втрати їх потенційної родючості. Відомо, що родючість ґрунтів зна-

чною мірою залежить не тільки від умісту поживних елементів, реакції середовища, але й від своєї біологічної активності, обумовленої наявністю органічної речовини. Застосування мінеральних та органічних добрив значно підсилює мікробіологічну діяльність, а отже, підвищує її родючість. Якщо не вжити невідкладних дійових заходів, процеси виснаження ґрунтів можуть стати перепорою у формуванні сталих та конкурентоспроможних агроєкосистем.

Заходи для переходу сільського господарства до «зеленого зростання». Необхідною умовою збереження родючості ґрунтів, компенсації вносу поживних речовин з урожаєм, підвищення врожайності культур є внесення необхідної кількості мінеральних та органічних добрив. Для поліпшення родючості ґрунтів необхідно:

- дотримуватися розроблених науково обґрунтованих рекомендацій щодо застосування добрив, аби забезпечити раціональне, правильне і ефективне їх використання з урахуванням агрохімічних показників ґрунту;
- дотримуватися оптимальних доз і співвідношень між елементами живлення, строків та способів внесення добрив, обробітку ґрунту;
- збільшувати обсяги застосування фосфорно-калійних мінеральних добрив;
- збільшувати обсяги виробництва, заготівлі та використання органічних добрив.

Важливим чинником підвищення родючості ґрунтів є впровадження нових ґрунтозахисних технологій, де одним з основних елементів є біологізація землеробства, роль якої за нинішніх умов сільськогосподарського виробництва значно посилюється.

У системі заходів із підвищення родючості ґрунтів важливе місце відводиться виробництву органічних добрив, зокрема гною, проте нині обсяги його виробництва є незначними. Альтернативою для забезпечення поповнення органічною речовиною ґрунту є заорювання зеленої маси різних сільськогосподарських культур — сидератів (гірчиця біла, суріпка, редька олійна, рі-

пак озимий і ярий) та подрібненої соломи (а також стерні, гички, стебел кукурудзи, соняшнику та інших післяжнивних решток сільськогосподарських культур). Сидерати помітно поліпшують агрохімічні і біологічні показники ґрунту, підсилюють його стійкість до збудників хвороб, покращують ємність та ступінь поглинання. До переваг сидератів відносять їхню властивість очищати поле від бур'янів та зменшувати чисельність фітопатогенних мікроорганізмів, тобто вони відіграють фітосанітарну роль. Ризосфера сидератів є багатогою на мікрофлору, яка після відмирання перетворюється в поживні елементи. У 1 т зеленого добрива сидеральних культур міститься 4,5–7,7 кг азоту, 0,5–1,2 – фосфору та 1,8–2,0 кг калію. Якщо порівняти органічні добрива, то 1 т зеленого добрива є еквівалентною внесенню 0,5 т гною. У соломі пшениці озимої, крім макроелементів, міститься низка мікроелементів, як-от: сірка, бор, мідь, марганець, молібден, цинк. Солома поліпшує повітряний і поживний режими живлення рослин.

Проте з кожним роком цим добривам приділяється дедалі менше уваги, хоча заорювання сидератів та післяжнивних решток є одним із дешевих і економічно вигідних заходів підвищення й стабілізації родючості ґрунтів, поліпшення якості сільськогосподарської продукції.

У господарствах, ґрунти яких є кислими, повинні бути обов'язковими заходи з хімічної меліорації, оскільки вони значно підвищують ефективність добрив, поліпшують мікробіологічну діяльність і, загалом, позитивно впливають на біопродуктивність ґрунтів. Одним із основних прийомів підвищення родючості кислих ґрунтів є вапнування.

Заходи з підвищення родючості ґрунтів. Зупинити процес деградації і тим самим поліпшити основні показники родючості ґрунтів можна завдяки застосуванню комплексу заходів, як-от:

1. Підвищення рівня культури землеробства.
2. Впровадження і дотримання науково обґрунтованих систем сівозмін.

3. Оптимізація доз і співвідношення N:P:K з урахуванням забезпеченості ґрунтів доступними для рослин сполуками завдяки внесенню мінеральних добрив; захист ґрунтів від ерозії; боротьба з бур'янами; хімічні меліоративні заходи (вапнування та гіпсування).

4. Ефективне використання наявних ресурсів органічних добрив (гною, торфу та торфогнойових компостів, сапропелю, органічних відходів переробки сільськогосподарської продукції тощо).

5. Поглиблене використання переваг біологізації землеробства: розширення посівів багаторічних трав, сидеральних культур, заорювання в ґрунт соломи та поживних решток інших культур, застосування бактеріальних препаратів.

6. Для встановлення ступеня збіднення або збагачення ґрунту на органічну речовину і поживні речовини, прогнозування ступеня і напряму еволюції родючості ґрунтів унаслідок їх сільськогосподарського використання необхідно здійснювати підрахунок балансу гумусу і поживних елементів у господарстві, регіоні та в державі загалом.

Заходи з підвищення родючості ґрунтів мають забезпечити збереження їх родючості та підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва, насичення ринку продовольством і сировиною для переробної промисловості. В умовах погіршення екологічного стану ґрунтів, насамперед чорноземів, та зниження рівня їх родючості через щорічні втрати гумусу застосування різних видів органічних добрив, зокрема рослинного походження, є основною умовою переходу на бездефіцитний баланс гумусу й забезпечення розширеного відтворення якісних властивостей сільськогосподарських угідь. Передусім ефективність заходів оцінюється за розрахунками балансу гумусу та поживних речовин у землеробстві кожної області. Розрахунки балансу гумусу дають можливість прогнозувати рівень дегуміфікації в сівозмінах, що особливо актуально за сучасних умов, коли землеробство функціонує в режимі критичного відтворення родючості ґрунтів, зокрема органічної речовини.

ВИСНОВКИ

На основі аналізу документів ОЕСР та результатів власних досліджень у рамках еколого-агрохімічного моніторингу ґрунтів визначено найбільш інформативні індикатори, за якими можна кількісно визначити рівень антропогенного впливу на стан агроєкосистем: *глобальні* — розораність території; баланс гумусу у рослинництві; баланс нітрогену; баланс фосфору; баланс калію; *національні* — динаміка вмісту гумусу; динаміка вмісту гідролізованого нітрогену; вміст рухомих сполук фосфору; вміст рухомих сполук калію; *локальні* — реакція ґрунтового розчину; забезпеченість необхідними мікроелементами; забруднення токсичними металами (кадмієм, свинцем, ртуттю); вміст залишкових кількостей

пестицидів; уміст радіоактивних елементів (^{137}Cs та ^{90}Sr). Проведена оцінка ґрунтів за відповідними екологічними індикаторами засвідчила необхідність переходу до «зеленого зростання» сільського господарства України на засадах збалансованого ведення сільгоспвиробництва, ефективність якого оцінюється за розрахунками балансу гумусу та поживних речовин у землеробстві кожної адміністративної області. Запропоновано заходи з відтворення родючості ґрунтів, основною умовою яких є перехід на бездефіцитний баланс гумусу. Необхідною умовою збереження родючості ґрунтів, компенсації вносу поживних речовин з урожаєм та підвищення врожайності культур є внесення збалансованої кількості мінеральних та органічних добрив.

ЛІТЕРАТУРА

1. OECD. Publishing. OECD environmental outlook to 2030 [Електронний ресурс] / Organisation for Economic Cooperation and Development. — Режим доступу: <http://www.oecd.org/env/indicators.outlooks/40200582.pdf>
2. Stevens C. Agriculture and Green growth [Електронний ресурс] / C. Stevens // Report to the OECD, 2011. — Режим доступу: <http://www.oecd.org/greengrowth/sustainable-agriculture/48289829.pdf>
3. Payments for Environmental Services within the Context of the Green Economy [Електронний ресурс] / Natural Resources Management and Environment Department Food and Agriculture Organization of the United Nations. — Режим доступу: <http://www.fao.org/3/a-al922e.pdf>
4. The future we want. Outcome of the UN Conference of Sustainable development. A/CONF.216/L.1 // United Nations Conference on Sustainable Development (Brazil, 20–22 June, 2012). — Rio de Janeiro, 2012. — P. 53.
5. Narloch U. Measuring Inclusive Green Growth at the Country Level: Taking Stock of Measurement Approaches and Indicators [Електронний ресурс] / U. Narloch, T. Kozluk & A. Lloyd // GGKP Research Committee on Measurement & Indicators. — February 2016. — P. 87. — Режим доступу: <http://docslide.net/documents/measuring-inclusive-green-growth-at-the-country-level.html>
6. Inclusive Green Growth. The Pathway to Sustainable Development [Електронний ресурс]. — Washington DC: International Bank for Reconstruction and Development. The World Bank. — Режим доступу: http://siteresources.worldbank.org/EXTSDNET/Resources/Inclusive_Green_Growth_May_2012.pdf
7. The Little Green Data Book 2016 [Електронний ресурс]. — International Bank for Reconstruction and Development. — Режим доступу: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/24543/9781464809286.pdf>
8. The Little Green Data Book 2017 [Електронний ресурс]. — World Bank, Washington DC. — Режим доступу: <http://documents.worldbank.org/curated/en/239271500275879803/pdf/117480-PUB-Date-6-29-2017-PUBLIC.pdf>
9. OECD-FAO Agricultural Outlook 2018–2027 [Електронний ресурс] / Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. — Режим доступу: https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/agr_outlook-2018-en.pdf
10. Organisation for Economic Cooperation and Development 2013 [Електронний ресурс] / OECD Compendium of Agri-environmental Indicators. — Режим доступу: <http://www.oecd.org>
11. *Кваша Т.К.* Вимірювання зеленого зростання в Україні: концепції, системи індикаторів, досвід формування та перспективи застосування: монографія / Т.К. Кваша, Л.А. Мусіна; за ред. Л.А. Мусіної. — К.: УкрІНТЕІ, 2015. — 280 с.
12. *Яцук І.П.* Екологічні індикатори зеленого зростання сільського господарства: монографія / І.П. Яцук, Л.І. Моклячук. — К.: ДІА, 2018. — 443 с.
13. *Яцук І.П.* Національні та регіональні індикатори «зеленого зростання» сільського господарства / І.П. Яцук, Л.І. Моклячук, А.М. Ліщук // Агро-екологічний журнал. — 2017. — № 3. — С. 7–17.
14. Періодична доповідь про стан ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення України: за результатами 9 туру (2006–2010 роки) агро-

- хімічного обстеження земель / За ред. І.П. Яцука. — К., 2015. — 120 с.
15. Наукові дослідження з моніторингу та обстеження сільськогосподарських угідь України: за результатами 10 туру (2011–2015 рр.) / за ред. І.П. Яцука. — К., 2017. — 66 с.
 16. *Яцук І.П.* Збалансований розвиток агроecosystem як основа стратегії «зеленого» зростання сільськогосподарства / І.П. Яцук // Агроecологічний журнал. — 2017. — № 2. — С. 31–37.
 17. Україна в рейтингу ecологічної ефективності у 2016 році [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://edclub.com.ua/analityka/ukrayina-v-reytingu-ekologichnoyi-efektyvnosti-u-2016-roci>
 18. Оцінювання ecологічного стану ґрунтів земель сільськогосподарського призначення / І.П. Яцук, Л.І. Моклячук, А.М. Ліщук, І.М. Городиська // Вісник аграрної науки. — 2017. — № 1. — С. 52–56.
 19. *Яцук І.П.* Сучасний стан та основні причини зміни родючості ґрунтів сільськогосподарських угідь України / І.П. Яцук, С.А. Романова; за ред. д-ра с.-г. наук В.Ф. Камінського // Шляхи підвищення ефективності використання землі в сучасних умовах. — К., 2016. — С. 75–83.

REFERENCES

1. OECD. Publishing. (2008). OECD environmental outlook to 2030. Organisation for Economic Cooperation and Development. www.oecd.org. Retrieved from <http://www.oecd.org/env/indicators...outlooks/40200582.pdf> [in English].
2. Stevens, C. (2011). Agriculture and Green growth. Report to the OECD. www.oecd.org. Retrieved from <http://www.oecd.org/greengrowth/sustainable-agriculture/48289829.pdf> [in English].
3. Payments for Environmental Services within the Context of the Green Economy. (2010). Natural Resources Management and Environment Department Food and Agriculture Organization of the United Nations. www.fao.org. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-al922e.pdf> [in English].
4. The future we want. Outcome of the UN Conference of Sustainable development. (2012). A/CONF.216/L.1 '12: *United Nations Conference on Sustainable Development*. (p. 53). Rio de Janeiro. Brazil [in English].
5. Narloch, U., Kozluk, T., & Lloyd, A. (2016). Measuring Inclusive Green Growth at the Country Level: Taking Stock of Measurement Approaches and Indicators. *GGKP Research Committee on Measurement & Indicators*. February 2016, 87. Retrieved from: <http://docslide.net/documents/measuring-inclusive-green-growth-at-the-country-level.html> [in English].
6. Inclusive Green Growth. The Pathway to Sustainable Development. (2012). Washington DC: International Bank for Reconstruction and Development. siteresources.worldbank.org. Retrieved from http://siteresources.worldbank.org/EXTSDNET/Resources/Inclusive_Green_Growth_May_2012.pdf [in English].
7. The Little Green Data Book 2016. (2016). International Bank for Reconstruction and Development. openknowledge.worldbank.org. Retrieved from <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/24543/9781464809286.pdf> [in English].
8. The Little Green Data Book 2017. (2017). World Bank, Washington DC. documents.worldbank.org. Retrieved from <http://documents.worldbank.org/curated/en/239271500275879803/pdf/117480-PUB-Date-6-29-2017-PUBLIC.pdf> [in English].
9. OECD-FAO Agricultural Outlook 2018-2027. (2018). OECD Publishing, Paris/Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. www.oecd-ilibrary.org. Retrieved from https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/agr_outlook-2018-en.pdf [in English].
10. Organisation for Economic Cooperation and Development. (2013). OECD Compendium of Agri-environmental Indicators. www.oecd.org. Retrieved from <http://www.oecd.org> [in English].
11. Kvasha, T.K., & Musina, L.A. (Eds.). (2015). *Vymiryuvannya zelenoho zrostannya v Ukraini: kontseptsiyi, systemy indyikatoriv, dosvid formuvannya ta perspektyvy zastosuvannya [Measurement of green growth in Ukraine: concepts, indicator systems, experience of formation and prospects of application]*. Kyiv: UkrINTEI [in Ukrainian].
12. Yatsuk, I.P., & Moklyachuk, L.I. (2018). *Ekolohichni indykatory zelenoho zrostannya sil's'koho hospodarstva: monohrafiya [Environmental indicators of green growth of agriculture: monograph]*. Kyiv: DIA [in Ukrainian].
13. Yatsuk, I.P., Moklyachuk, L.I., & Lishchuk, A.M. (2017). Natsional'ni ta rehional'ni indykatory «zelenoho zrostannya» sil's'koho hospodarstva [National and regional indicators of «green growth» in agriculture.]. *Ahroecologichnyy zhurnal — Agroecological journal*, 3, 7–17 [in Ukrainian].
14. Yatsuk, I.P. (Ed.). (2015). *Periodychna dopovid' pro stan gruntiv na zemlyakh sil's'kohospodars'koho pryznachennya Ukrainy: za rezul'tatamy 9 turu (2006–2010 roky) ahrokhimichnoho obstezhennya zemel' [Periodic report on the state of soils on agricultural lands of Ukraine: on the results of the 9th round (2006-2010) of agrochemical survey of lands]*. Kyiv [in Ukrainian].
15. Yatsuk, I.P. (Ed.). (2017). *Naukovi doslidzhennya z monitorynhu ta obstezhennya sil's'kohospodars'kykh uhid' Ukrainy: za rezul'tatamy 10 turu (2011–2015 rr.) [Scientific research on monitoring and survey of agricultural lands in Ukraine: on the results of the 10 round (2011–2015)]*. Kyiv [in Ukrainian].
16. Yatsuk, I.P. (2017). Zbalansovany rozvytok ahroecosystem yak osnova stratehiyi «zelenoho» zrostannya sil's'koho hospodarstva [Balanced development of agro-ecosystems as the basis of the strategy

- of green growth of agriculture]. *Ahroekologichnyy zhurnal – Agroecological journal*, 2, 31–37 [in Ukrainian].
17. Ukrayina v reytnhu ekolohichnoyi efektyvnosti u 2016 rotsi [Ukraine in the rating of environmental efficiency in 2016]. (n.d.). *edclub.com.ua*. Retrieved from <http://edclub.com.ua/analytika/ukrayina-v-reytingu-ekologichnoyi-efektyvnosti-u-2016-roci> [in Ukrainian].
18. Moklyachuk, L.I., Lishchuk, A.M., Horodys'ka, I.M., & Yatsuk, I.P. (2017). Otsinyvannya ekolohichnoho stanu gruntiv zemel' sil's'kohospodars'koho pryznachennya [Assessment of the ecological status of soils of agricultural land]. *Visnyk ahrarynoyi nauky* – *Bulletin of Agrarian Science*, 1, 52–56 [in Ukrainian].
19. Yatsuk, I.P., & Romanova, S.A. (2016). *Suchasnyy stan ta osnovni prychny zminy rodyuchosti gruntiv sil's'kohospodars'kykh uhid' Ukrayiny* [Current state and main reasons for the change of soil fertility in agricultural lands of Ukraine]. Shlyakhy pidvyshchennya efektyvnosti vykorystannya zemli v suchasnykh umovakh [Ways to improve the use of land in modern conditions]. V.F. Kaminsky (Ed.). Kyiv [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу
30.04.2019

УДК 504.06:622.33

DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2019.174013>

ЕКОЛОГІЧНА НЕБЕЗПЕКА ПОРОДНИХ ВУГІЛЬНИХ ВІДВАЛІВ У АГРОЛАНДШАФТАХ

А.О. Зубов

Інститут агроекології і природокористування НААН

Проаналізовано механізм шкідливого впливу породних відвалів вугільних шахт на довкілля та розроблено алгоритм управління їх екологічною безпекою для агросфери. Досліджено процеси, що відбуваються під впливом метеорологічних чинників на поверхні породних відвалів вугільних шахт, наведено фізичні результати і агроекологічні наслідки цих процесів. Розроблено схему розвитку несприятливої екологічної ситуації на території, що межує з відвалами. Встановлено, що забруднення ґрунтів та водою важкими металами спричиняє погіршення якості сільськогосподарської продукції, вирощеної у регіоні досліджень, а забруднення повітря погіршує умови проживання населення. Запропоновано технологічні прийоми, що знижують інтенсивність потрапляння забруднювальних речовин з відвалів у навколишнє природне середовище та запобігають їх поширенню в агроландшафтах.

Ключові слова: відвальна порода, дефляція, водна ерозія, забруднення території, екологічна безпека.

Нині, за даними Б.С. Панова і Ю.А. Прокурні [1], у Донбасі налічується 1257 породних відвалів вугільних шахт-териконів, у т.ч. у Луганській обл. – 537, з яких 70 – це такі, що палають (за даними Управління екології та природних ресурсів Луганської обласної державної адміністрації). Внаслідок горіння [1], інтенсивної водної та вітрової ерозії поверхні відвалів є джерелами підвищеної екологічної небезпеки для десятків тисяч гектарів прилеглих земель [2–4]. Тому відповідно до чинних норм

навколо них має бути санітарно-захисна зона (СЗЗ) шириною не менше 500 м. Однак космічні знімки 78 відвалів, продемонстрували, що 72% з них межують із землями, на яких вирощується продукція рослинництва, зокрема: 38% – з присадибними ділянками, 18 – з орними землями і 16% – з кормовими угіддями [4]. Зауважимо, що на відстані до 500 м від передбачуваної СЗЗ частка вказаних ділянок сягає 80%.

Мета роботи – проаналізувати чинники шкідливого впливу породних відвалів вугільних шахт на довкілля і розробити алго-