

УДК 631.95

ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР (НА ПРИКЛАДІ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ В ЗОНІ ПІВНІЧНОГО ЛІСОСТЕПУ)

**Н.А. Макаренко, В.І. Бондарь, Ю.А. Нікітюк, Є.Д. Ткач, О.В. Тогагинська,
І.В. Парашенко, М.О. Кучерук**

Інститут агроекології УААН

Проведено екологічну експертизу технологій вирощування пшениці ярої в зоні північного Лісостепу. Встановлено, що перед широким впровадженням технологій у виробництво вдосконалення потребують певні технологічні операції.

Згідно із сучасними екологічними вимогами, всі види діяльності, що можуть бути потенційно небезпечними для навколишнього природного середовища і людини, мають проходити превентивне оцінювання. У світовій практиці для запобігання негативним впливам технологій на довкілля і якість продукції застосовують систему НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points – аналіз небезпеки та контроль критичних точок), яка забезпечує більш структурний і науковий підхід щодо контролю небезпечних чинників ніж традиційні процедури контролю якості кінцевого продукту [1]. В Україні екологічне оцінювання технологій отримання сільськогосподарської продукції доцільно проводити відповідно до Законів “Про екологічну експертизу”, “Про пестициди і агрохімікати” в межах процедури екологічної експертизи.

Попереднє оцінювання технологій вирощування сільськогосподарських культур, а саме їх екологічну експертизу, доцільно проводити на стадії розроблення та апробації перед широким впровадженням у виробництво. Це унеможливить негативний вплив на стан навколишнього природно-

го середовища та здоров'я людей, а також дасть змогу оцінити ступінь екологічної безпеки технологій, які пропонуються сільськогосподарським виробникам. Екологічну експертизу доцільно здійснювати за системою показників і нормативів, що враховує вплив технології на екотоксикологічний, агрохімічний, фітосанітарний стан агроєкосистеми, якість продукції, продуктивність сільськогосподарських культур. У межах зазначених показників технології слід оцінювати за 4 класами [2, 3].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Екологічну експертизу технологій вирощування зернових культур проводили на прикладі пшениці ярої сорту Колективна 3 в умовах польового дослідження Інституту агроекології УААН, який було закладено на сірих лісових ґрунтах у зоні північного Лісостепу України. Посівна площа ділянки – 13,4 м², облікова – 8,8 м². Схемою дослідження передбачалося вивчення варіантів, що являють собою технології з різними системами удобрення:

1. Контроль (без добрив);
2. N₁₂₀P₉₀K₉₀+мікроелементи+стимулятори росту;
3. N₁₂₀P₉₀K₉₀+мікроелементи+стимулятори росту+ побічна продукція;

4. $N_{60}P_{60}K_{60}+$ мікроелементи+стимулятори росту+ побічна продукція;
5. $N_{30}P_{30}K_{30}+$ мікроелементи+стимулятори росту+ побічна продукція;
6. Побічна продукція.

Зазначені системи удобрення досліджено на різних фонах застосування біопрепаратів та пестицидів: 1 – контроль; 2 – обробка насіння азотфіксуючими препаратами; 3 – обробка насіння фосформобілізуючими препаратами; 4 – захист рослин за допомогою біопрепаратів; 5 – хімічний захист рослин. Таким чином, оцінці підлягали 30 технологій вирощування пшениці ярої.

Рослинні зразки (зерно) відбирали у фазі повної стиглості пшениці. Зразки ґрунту – водночас з рослинними зразками з шару 0–20 см. Зразки ґрунту і рослин відбирали за загальноприйнятими методиками. Основні агрохімічні показники ґрунту та якості сільськогосподарської продукції визначали за такими методиками: кислотність ґрунту – потенціометричним методом, вміст азоту, що легко гідролізується – за Корнфільдом, вміст обмінного калію та рухомого фосфору – за Кірсановим, гумусу – за Тюріним в модифікації ЦІНАО, нітратів – за допомогою іонселективних електродів, важких металів – атомно-абсорбційним методом.

Засміченість бур'янами, наявність шкідників та хвороб сільськогосподарських культур вивчали за маршрутно-рекогнітивним методом [7–9]. Достовірність та надійність результатів дослідження підтверджували даними математичної ста-

тистики за допомогою дисперсійного та регресійного аналізу.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У ході проведення екологічної експертизи керувалися тим, що кожний показник впливу технології на екологічний стан екосистеми доцільно оцінювати за таким зразком:

Екологічний стан	Відхилення від оптимуму в бік погіршення	Бали
незадовільний	перевищує 25%	0
задовільний	понад 10%, але не перевищує 25%	1
нормальний	не перевищує 10%	2
оптимальний	не спостерігається	3

Відомо, що кожна сільськогосподарська культура має певні вимоги до вмісту поживних речовин у ґрунті та рівня його родючості. Тому важливим питанням при проведенні екологічної експертизи будь-якої технології є визначення придатності ґрунту для вирощування сільськогосподарської культури. Оцінювати придатність ґрунту слід порівнянням його фактичного стану з еталонним (табл. 1). Еталоном може бути ґрунт з оптимальними показниками родючості, згідно з нормативними документами (ДСТУ 4362:2004).

Екологічне оцінювання відповідності стану ґрунту вимогам пшениці ярої за-

Таблиця 1

Оцінювання придатності ґрунту для вирощування пшениці ярої

Екологічний стан	Показник стану ґрунту	Оцінка, бали
<i>вміст гумусу</i>		
Незадовільний	< 3,0	0
Задовільний	3,0–3,5	1
Нормальний	3,6–3,9	2
Оптимальний	≥4,0	3

Екологічний стан	Показник стану ґрунту	Оцінка, бали
<i>вміст азоту, що легко гідролізується</i>		
Незадовільний	< 64	0
Задовільний	64–76	1
Нормальний	77–84	2
Оптимальний	≥85	3
<i>вміст рухомого фосфору</i>		
Незадовільний	< 109	0
Задовільний	109–130	1
Нормальний	131–144	2
Оптимальний	≥145	3
<i>вміст калію</i>		
Незадовільний	< 109	0
Задовільний	109–130	1
Нормальний	131–144	2
Оптимальний	≥145	3
<i>реакція ґрунтового розчину</i>		
Незадовільний	< 4,3	0
Задовільний	4,3–5,0	1
Нормальний	5,1–5,6	2
Оптимальний	5,7	3

свідчило, що вміст гумусу на всіх варіантах коливався в межах 0,6–0,9%, азоту, що легко гідролізується — 30–65 мг/кг, калію обмінного — 60–132 мг/кг, тобто за цими показниками екологічний стан ґрунту відповідав незадовільному агрохімічному стану (0 балів).

За вмістом рухомого фосфору і реакцією ґрунтового середовища ґрунт відповідав оптимальному, нормальному і задовільному агрохімічному стану (табл. 2).

Екологічне оцінювання технологій за впливом на фітосанітарний стан включало засмічення бур'янами, наявність шкідників та хвороб.

Найпоширенішими бур'янами в посівах пшениці ярої були *Anagallis arvensis* L., *Chenopodium album* L., *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv., *Erodium cicutarium* (L.) L'Her. *Equisetum arvense* L., *Spergularia arvensis* L., *Per-*

sicaria maculate (Raf.) S.F. Gray, *Sinapis arvensis* L., *Stellaria media* (L.) Vill. Екологічне оцінювання технологій за показниками забур'янення проводили згідно з методикою О.О. Іващенко за таким зразком:

Кількість бур'янів, шт./м ²	Фітосанітарний стан	Оцінка, бали
1–5	оптимальний	3
6–15	нормальний	2
16–50	задовільний	1
понад 50	незадовільний	0

У посівах пшениці виявлено таких шкідників: клопа-шкідливу черепашку (*Eurygaster integriceps* Put.), велику злакову попелицю (*Sitobion avenae* F.), пшеничний трипс (*Haplothrips tritici* Kurd.), хлібну жу-желицю (*Zabrus tenebrioides* Goeze). Екологічне оцінювання технологій вирощування пшениці за ураженням шкідників проводили за таким зразком:

Екологічне оцінювання стану сірого лісового ґрунту щодо вимог вирощування пшениці ярої

Фон	Рухомий фосфор		Кислотність	
	мг/кг	бали	ум. од	бали
<i>Контроль (без добрив)</i>				
1	125	1	4,3	1
2	135	2	5,1	2
3	130	1	5,3	2
4	120	1	5,2	2
5	150	3	5,4	2
<i>N₁₂₀P₉₀K₉₀ + мікроелементи + стимулятори росту</i>				
1	140	2	5,1	2
2	155	3	4,4	1
3	175	3	3,1	2
4	145	3	5,7	3
5	190	3	5,6	2
<i>N₁₂₀P₉₀K₉₀ + мікроелементи + стимулятори росту + побічна продукція</i>				
1	170	3	5,8	3
2	165	3	6,2	3
3	140	2	4,5	1
4	195	3	5,6	2
5	135	2	5,7	3
<i>N₆₀P₆₀K₆₀ + мікроелементи + стимулятори росту + побічна продукція</i>				
1	165	3	4,9	1
2	135	2	5,3	2
3	140	2	5,5	2
4	125	1	4,8	1
5	165	3	5,1	2
<i>N₃₀P₃₀K₃₀ + мікроелементи + стимулятори росту + побічна продукція</i>				
1	140	2	5,1	2
2	140	2	5,4	2
3	150	3	5,7	3
4	128	1	5,2	2
5	150	3	5,5	2
<i>Побічна продукція</i>				
1	175	3	5,5	2
2	160	3	5,5	2
3	170	3	5,9	3
4	140	2	5,9	3
5	150	3	6,2	3

Ураження рослин	Фітосанітарний стан	Оцінка, бали
рослини без слідів ураження	оптимальний	3
до 25% листкової поверхні	нормальний	2
до 50% листкової поверхні	задовільний	1
до 75% листкової поверхні	незадовільний	0

Під час дослідження встановлено, що посіви пшениці найбільш уражені іржею. Оцінювання технологій вирощування пшениці ярої за ураженням іржею проводили за таким зразком:

Ураження рослин	Фітосанітарний стан	Оцінка, бали
рослини без ознак іржі	оптимальний	3
пустули зрідка зустрічаються на деяких листках; уражень мало (до 10% поверхні)	нормальний	2
пустули негусто вкривають більшість листків або деякі з них; уражень доволі багато (до 25% поверхні)	задовільний	1
уражена вся рослина, близько половини листків густо вкриті пустулами, відмирають деякі ділянки листків, пустули густо вкривають більшість листків, частина їх відмирає; ураженість велика (до 50% поверхні і більше)	незадовільний	0

Результати екологічного оцінювання технологій вирощування пшениці ярої за впливом на фітосанітарний стан посівів представлено у табл. 3.

Токсикологічний аналіз зерна пшениці ярої за вмістом свинцю, цинку, міді, нікелю, нітратного азоту показав відповідність існуючим санітарно-гігієнічним нормативам (ГДК). Технології за санітарно-гігієнічними показниками якості і безпеки продукції відповідали оптимальному стану (3 бали).

Водночас, екологічне оцінювання технологій вирощування пшениці ярої виявило, що за впливом на продуктивність культури, деякі технологічні операції призводили до зниження оптимального рівня врожайності 28 ц/га при фактичному 4,6–10,8 ц/га (0 балів).

З метою врахування всіх показників, що вивчали під час випробування технологій, проведено комплексне оцінювання і встановлено ступінь їх досконалості. Екологічне оцінювання (ЕО) технології за комплексом показників проводять за рівнянням

$$EO = \sum \frac{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_n}{n},$$

де n_n — показник, згідно з яким проводили оцінювання, бал; n — кількість показників, за якими проводили оцінювання.

Згідно з методичними рекомендаціями [2] пропонуємо таку градацію технологій за досконалістю:

I	<1,5 бала	технологія недосконала і не може бути рекомендована виробництву
II	1,5–2,4 бала	технологія перед впровадженням у виробництво потребує істотного вдосконалення
III	2,5–2,9 бала	потребують вдосконалення окремі технологічні операції
IV	3 бали	технологія досконала і може бути рекомендована виробництву

Результати комплексного екологічного оцінювання технологій вирощування пшениці озимої в умовах північного Лісостепу України показали їх недосконалість (табл. 4).

Технології, що вивчалися, потребують істотного доопрацювання, а саме: система удобрення пшениці має враховувати рівень родючості ґрунту і передбачати збільшення норм застосування добрив для досягнення оптимальних параметрів його родючості; обробіток ґрунту має доповнювати систему захисту рослин та спрямовуватися на покращення фітосанітарного стану посі-

Таблиця 3

**Екологічне оцінювання технологій вирощування пшениці ярої
за показниками фітосанітарного стану посівів, бали**

Фон	Варіанти дослідів					
	Контроль (без добрив)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ + мікроелементи + стимулятори росту	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ + мікроелементи + стимулятори росту + побічна продукція	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + мікроелементи + стимулятори росту + побічна продукція	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікроелементи + стимулятори росту + побічна продукція	Побічна продукція
<i>за показниками забур'янення</i>						
1	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2
3	2	2	2	2	2	2
4	2	2	2	2	2	2
5	2	2	2	2	2	2
<i>за поширенням шкідників</i>						
1	2	2	1	2	2	1
2	1	1	2	1	2	1
3	1	1	2	2	1	1
4	2	1	2	2	1	1
5	2	1	2	2	1	2
<i>за поширенням хвороб</i>						
1	1	1	0	1	0	1
2	2	1	0	1	1	1
3	1	1	1	2	1	1
4	2	2	2	2	1	1
5	2	1	0	1	1	1

Таблиця 4

**Комплексне екологічне оцінювання технологій вирощування пшениці ярої
в зоні північного Лісостепу України**

Фон	Варіанти дослідів					
	Контроль (без добрив)	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ + мікроелементи + стимулятори росту	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ + мікроелементи + стимулятори росту + побічна продукція	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + мікроелементи + стимулятори росту + побічна продукція	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + мікроелементи + стимулятори росту + побічна продукція	Побічна продукція
Фон 1	1,0	1,2	1,2	1,2	1,1	1,2
Фон 2	1,2	1,1	1,3	1,1	1,2	1,2
Фон 3	1,0	1,2	1,1	1,3	1,3	1,3
Фон 4	1,2	1,4	1,4	1,1	1,0	1,2
Фон 5	1,2	1,2	1,2	1,3	1,2	1,4

вів. Такі зміни у технологіях сприятимуть підвищенню продуктивності пшениці ярої і забезпечать необхідний рівень рентабельності її вирощування. Проте, необхідно враховувати, що підвищення норм добрив може спричинити погіршення якості зерна. Проведення комплексного екологічного оцінювання вже вдосконалених технологій вирощування пшениці дасть можливість знайти компромісний варіант між рентабельністю і якістю продукції.

ВИСНОВКИ

Отримані дані свідчать, що екологічна експертиза технологій вирощування сільськогосподарських культур дає змогу об'єктивно оцінити їх та виявити недосконалі технологічні операції та розробити рекомендації щодо їх удосконалення. Такий підхід гарантує всебічну оцінку технологій і впровадження у виробництво лише таких, які забезпечать високу ефективність та відповідність екологічним нормативам.

Зазначений спосіб екологічної експертизи технологій доцільно використовувати у науково-дослідних установах УААН, які розробляють технології вирощування

сільськогосподарських культур, а також у регіональних Інститутах агропромислового виробництва УААН, на які покладено функції їх апробації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Директива Ради ЄЕС від 14.06.1993 № 93/43 “Про гігієну харчових продуктів” (НАССР).
2. Екологічна експертиза технологій вирощування сільськогосподарських культур (методичні рекомендації) / За ред. д. с.-г. н. Н.А. Макаренко, к. с.-г. н. В.В. Макаренко. — К., 2008. — 84 с.
3. *Макаренко Н.А., Макаренко В.В., Бондарь В.І.* Екологічна експертиза технологій вирощування сільськогосподарських культур // Агроекологічний журнал (спец.випуск). — 2008. — С. 14–17.
3. Агрохімічний аналіз: Підручник / М.М. Городній, А.П. Лісовал, А.В. Бикін та ін. / За ред. М.М. Городнього. — К.: Арістей, 2005. — 468 с.
4. ГОСТ 30178–96. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. — М., 1998. — 12 с.
5. *Shmida A.* Whittaker's plant diversity sampling method // *Isr. Jour. Bot.* — 1984. — V. 33. — № 1. — P. 44–46.
6. *Комаров Н.Ф.* Сорная растительность СССР // *Раст. СССР.* — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940. — Т. 2. — С. 523–576.
7. *Комаров Н.Ф.* Методика геоботанического исследования сорной растительности // *Метод. полев. геоботан. исслед.* — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940. — Т. 2. — С. 143–161.