

УДК 631.95
© 2017

Тогачинська О. В., кандидат сільськогосподарських наук
Національний університет харчових технологій

Тимошук Т. М., кандидат сільськогосподарських наук
Житомирський національний агроекологічний університет

ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА ЕКОЛОГО-АГРОХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ТЕМНО-СІРОГО ОПІДЗОЛЕНОГО ҐРУНТУ

Рецензент – кандидат сільськогосподарських наук І. В. Паращенко

Викладено результати екологічної експертизи технологій вирощування пшениці озимої в північному Лісостепу за показниками родючості і за впливом на процеси міграції важких металів у генетичних горизонтах темно-сірого опідзоленого ґрунту. За результатами екологічного оцінювання встановлено, що для впровадження технологій у виробництво потрібно вдосконалювати деякі технологічні операції.

Ключові слова: пшениця озима, екологічна оцінка, агрохімічні, санітарно-гігієнічні показники, темно-сірий опідзолений ґрунт.

Постановка проблеми. Використання агрохімікатів в агроecosystemі є важливою умовою розвитку сучасного землеробства. Однак порушення наукових основ застосування мінеральних і органічних добрив в агроценозі може призвести до незбалансованого живлення сільськогосподарських культур, до зниження поживної цінності рослинної продукції та погіршення стану довкілля.

Науково доведено, що система удобрення повинна забезпечити високу врожайність культур з оптимальними показниками якості, збереження і підвищення родючості ґрунтів за відповідних нормативів екологічної безпеки [1]. До складу добрив входять важкі метали, які потенційно здатні забруднювати ґрунт, змінювати мікробіологічну і біологічну його активність, мігрувати у ґрунтові води, переміщуватись у рослини і негативно впливати на якість сільськогосподарської продукції [3, 7].

У зв'язку з цим, проведення екологічної експертизи технологій вирощування озимої пшениці за основними показниками родючості, а також міграції важких металів у генетичних горизонтах темно-сірого опідзоленого ґрунту є актуальним питанням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми. Основними принципами екологічної експертизи технологій вирощування сільськогосподарських культур повинно бути гарантування безпечного

для життя та здоров'я людей навколишнього природного середовища, збалансованість екологічних, економічних, медико-біологічних і соціальних інтересів, наукова обґрунтованість, превентивність [4, 5].

Сучасні технології вирощування пшениці можуть негативно впливати на технологічні, біохімічні та гігієнічні показники якості зерна, а також призводити до забруднення ґрунту та суміжних середовищ шкідливими речовинами, знижувати його біологічну активність, сприяти активізації хімічних речовин у ґрунтові води тощо [4, 5].

Метою досліджень було вивчити вплив агротехнологій вирощування пшениці озимої сорту Лада Одеська на вміст рухомих форм важких металів у ґрунті та проведення екологічного оцінювання технологій вирощування пшениці озимої за показниками родючості ґрунту і міграції важких металів у генетичних горизонтах темно-сірого опідзоленого ґрунту.

Методика проведення дослідження. Дослідження проводили в Інституті агроекології і природокористування НААН з озимією пшеницею сорту Лада Одеська на темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті.

Схема досліду передбачала вивчення варіантів удобрення на фоні мінімальної та інтенсивної системи захисту рослин: контроль (без добрив), $N_{60}N_{30}$, $P_{135}K_{135}+N_{80}+N_{55}$, побічна продукція, $P_{90}K_{90}+N_{60}+N_{30}$.

У досліді вивчали технологію з інтенсивним захистом рослин, що включало використання пестицидів: «Амістар Екстра», 0,5 л/га, «Карате Зеон», 0,2 л/га, «Альто Супер», 0,5 л/га, «Лінтур», 0,15 г/га, а також мінімальним, де застосували лише протруювач «Максим Стар», 1,5 л/т.

Облікова площа ділянки – 25 м², повторність дослідів – чотириразова, розміщення ділянок – рендомізоване. Попередником був горох. Агротехніка – загально прийнята для даної ґрунтово-кліматичної зони.

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Ґрунт – темно-сірий опідзолений легкосуглинковий на лесовидному суглинку з наступною характеристикою основних агрохімічних показників: рН_{сол} – 5,2, гідролітична кислотність – 39 мг-екв/кг ґрунту, вміст загального гумусу – 2,0 % (за Тюрінім і Кононою), азоту, що легко гідролізується (за Корнфілдом) – 54–66 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору – 160 мг/кг ґрунту (за Чіріковим), обмінного калію – 140 мг/кг ґрунту (за Чіріковим).

Вміст важких металів визначали в зразках, зерні та ґрунті, який відбирали з орного шару (0–20 см) одночасно з рослинними зразками. Рухомі форми важких металів із ґрунту вилучали за допомогою екстракції 1 н HCl, а їх кількісне ви-

значення проводили атомно-адсорбційним методом [6].

Статистичну обробку результатів проводили за допомогою дисперсійного і регресійного аналізів.

Результати дослідження. Екологічну експертизу технологій вирощування озимої пшениці здійснювали за методикою екологічної експертизи технологій вирощування сільськогосподарських культур [2].

Оцінку технологій за впливом на показники родючості ґрунту проводили шляхом порівняння фактичного стану з еталонним (табл. 1). Еталоном є ґрунт з оптимальними показниками родючості, згідно з нормативними документами (ДСТУ 4362:2004) [8].

Технології оцінювали за впливом на стан агроєкосистеми:

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

1. Оцінювання придатності ґрунту для вирощування пшениці озимої

Екологічний стан	Показник стану ґрунту	Оцінка, бали
вміст гумусу		
Незадовільний	< 3,0	0
Задовільний	3,0 – 3,5	1
Нормальний	3,6 – 3,9	2
Оптимальний	≥ 4,0	3
вміст азоту, що легко гідролізується		
Незадовільний	< 64	0
Задовільний	64 – 76	1
Нормальний	77 – 84	2
Оптимальний	≥ 85	3
вміст рухомого фосфору		
Незадовільний	< 109	0
Задовільний	109 – 130	1
Нормальний	131 – 144	2
Оптимальний	≥ 145	3
вміст калію		
Незадовільний	< 109	0
Задовільний	109 – 130	1
Нормальний	131 – 144	2
Оптимальний	≥ 145	3
реакція ґрунтового розчину		
Незадовільний	< 4,3	0
Задовільний	4,3 – 5,0	1
Нормальний	5,1 – 5,6	2
Оптимальний	5,7	3

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Згідно з таким порівнянням було проведено екологічне оцінювання технології застосування агрохімікатів за впливом на стан темно-сірого опідзоленого ґрунту на фоні інтенсивного і мінімального захисту (табл. 2).

Отримані результати показали, що всі технології на фоні інтенсивного і мінімального захисту за вмістом гумусу призводять до незадовільного екологічного стану; за вмістом азоту, що легко гідролізується, на обох фонах спостерігається оптимальний і нормальний екологічний стан; за вмістом рухомого фосфору і обмінного калію дані технології забезпечують оптимальний, нормальний, задовільний екологічний стан.

Було проведено екологічну експертизу технологій вирощування озимої пшениці за впливом на процеси міграції важких металів у генетичних

горизонтах ґрунту.

Розподіл важких металів за генетичними горизонтами ґрунту визначається процесами ґрунтоутворення і мінералогічним складом материнських порід [3]. Також рівень вмісту важких металів залежить від гранулометричного складу і вмісту органічної речовини [5].

Екологічну експертизу проводили за коефіцієнтом концентрації у різних генетичних горизонтах ґрунту, який характеризує ступінь накопичення елементів (важких металів) у ґрунті відносно контролю:

$$K_c = k_i / K_i,$$

k_i – вміст і-хімічного елементу у п-компоненті, K_i – вміст і-хімічного елементу в еталоні (контролі).

2. Екологічне оцінювання стану темно-сірого опідзоленого ґрунту щодо вимог вирощування пшениці озимої до родючості

Екологічний стан	Показник стану ґрунту	Екологічний стан	Оцінка, бали
вміст гумусу			
Контроль	2,2*/2,4**	незадовільний/незадовільний	0/0
$N_{60}N_{30}$	2,6/2,4	незадовільний/незадовільний	0/0
$P_{135}K_{135} + N_{80} + N_{55}$	2,9/2,2	незадовільний/незадовільний	0/0
побічна продукція	2,5/2,2	незадовільний/незадовільний	0/0
$P_{90}K_{90} + N_{60} + N_{30}$	2,5/2,3	незадовільний/незадовільний	0/0
вміст азоту, що легко гідролізується			
Контроль	77/72	нормальний/задовільний	2/1
$N_{60}N_{30}$	74/74	задовільний/задовільний	1/1
$P_{135}K_{135} + N_{80} + N_{55}$	88/81	оптимальний/нормальний	3/2
побічна продукція	77/74	нормальний/задовільний	2/1
$P_{90}K_{90} + N_{60} + N_{30}$	89/75	оптимальний/задовільний	2/1
вміст рухомого фосфору			
Контроль	81/75	незадовільний/незадовільний	0/0
$N_{60}N_{30}$	110/127	задовільний/задовільний	1/1
$P_{135}K_{135} + N_{80} + N_{55}$	173/196	оптимальний/оптимальний	3/3
побічна продукція	148/137	оптимальний/нормальний	3/2
$P_{90}K_{90} + N_{60} + N_{30}$	241/228	оптимальний/оптимальний	3/3
вміст обмінного калію			
Контроль	69/64	незадовільний/незадовільний	0/0
$N_{60}N_{30}$	138/134	нормальний/нормальний	2/2
$P_{135}K_{135} + N_{80} + N_{55}$	162/141	оптимальний/нормальний	3/2
побічна продукція	153/125	оптимальний/задовільний	3/1
$P_{90}K_{90} + N_{60} + N_{30}$	224/204	оптимальний/оптимальний	3/3
реакція ґрунтового розчину			
Контроль	6,6/6,7	оптимальний/оптимальний	3/3
$N_{60}N_{30}$	6,8/6,2	оптимальний/оптимальний	3/3
$P_{135}K_{135} + N_{80} + N_{55}$	6,0/6,3	оптимальний//оптимальний	3/3
побічна продукція	6,7/6,5	оптимальний/оптимальний	3/3
$P_{90}K_{90} + N_{60} + N_{30}$	6,0/6,2	оптимальний/оптимальний	3/3

Примітки: * – інтенсивний захист, ** – мінімальний захист

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Величина коефіцієнту концентрації свідчить про активність процесів вилугування ($K_c < 1$) і накопичення ($K_c > 1$) катіонів у генетичних горизонтах ґрунту. За величиною концентрації існує наступна градація (табл. 3).

Дослідження впливу мінеральних і органічних добрив за мінімального й інтенсивного захисту рослин на накопичення в ґрунті свинцю і міді показали, що внесення добрив протягом тривалого часу не супроводжуються значним зростанням вмісту їх у темно-сірому опідзоленому ґрунті (рис. 1–4).

Під час вирощування озимої пшениці вміст важких металів у шарах ґрунту був нерівномір-

ним. У нижніх шарах ґрунту кількість їх зменшувалась, порівняно з верхніми шарами. У випадку застосування $P_{135}K_{135} + N_{80} + N_{55}, N_{60}N_{30}$ відбулося збільшення свинцю і міді в шарах 20–40 см, 40–60 см на фоні інтенсивного захисту. На інших варіантах на фоні інтенсивного і мінімального захисту по всьому профілю ґрунту значного збільшення не помітно.

Було проведено екологічне оцінювання темно-сірого опідзоленого ґрунту за коефіцієнтом концентрації у випадку застосування різних технологій вирощування пшениці (табл. 4).

3. Оцінка технології за коефіцієнтами концентрації [2]

Екологічний стан	Перевищення коефіцієнту концентрації	Оцінка, бали
незадовільний	$\geq 5,0$	0
задовільний	3,0 – 5,0	1
нормальний	1,0 – 2,9	2
оптимальний	$\leq 1,0$	3

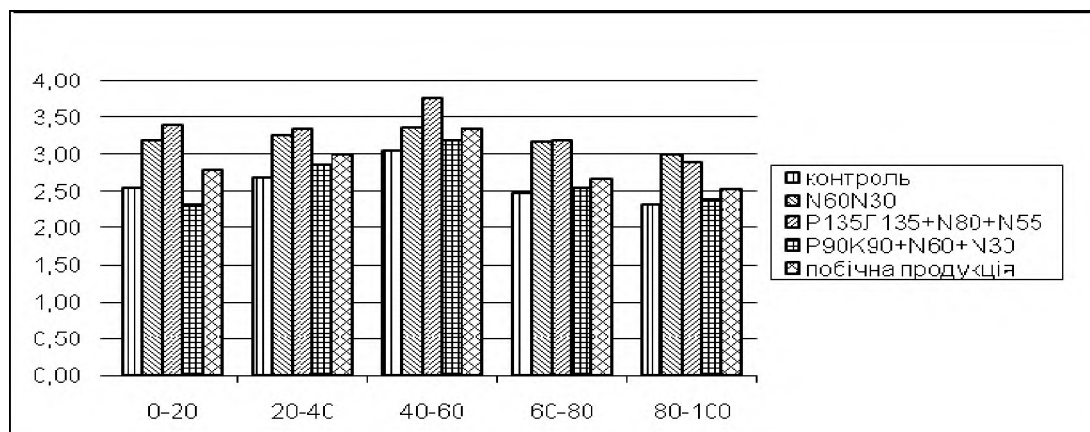


Рис. 1. Вміст Pb по профілю темно-сірого опідзоленого ґрунту за інтенсивного захисту

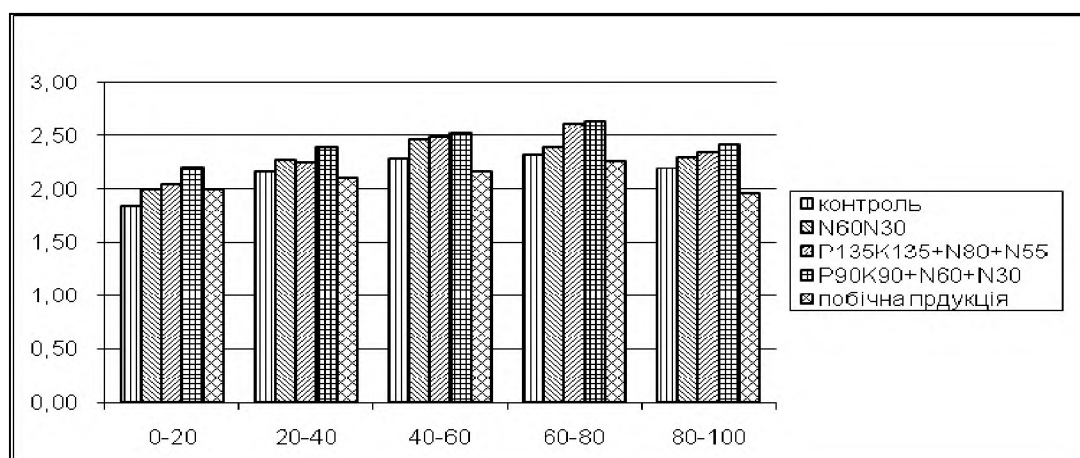


Рис. 2. Вміст Pb по профілю темно-сірого опідзоленого ґрунту за мінімального захисту

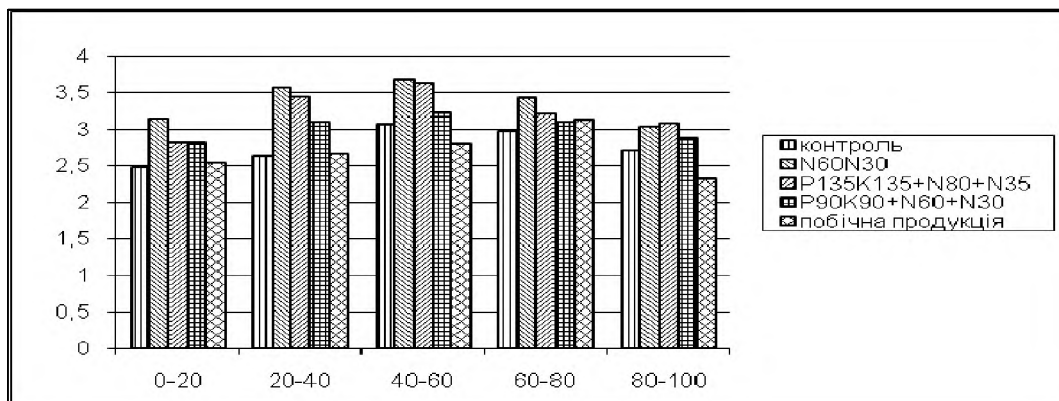


Рис. 3. Вміст Si по профілю темно-сірого опідзоленого ґрунту за інтенсивного захисту

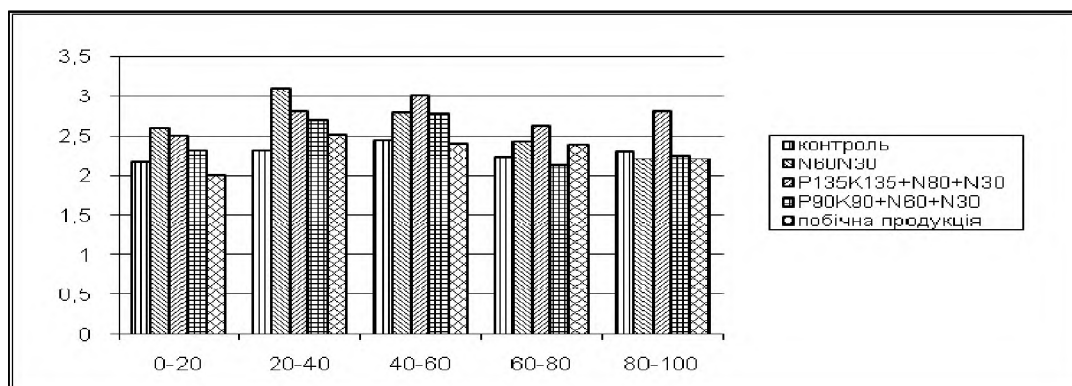


Рис. 4. Вміст Si по профілю темно-сірого опідзоленого ґрунту за мінімального захисту

4. Екологічне оцінювання темно-сірого опідзоленого ґрунту за коефіцієнтами концентрації свинцю і міді в разі застосування різних технологій вирощування пшениці

Варіанти дослідів	Генетичний горизонт					Екологічний стан	Оцінка, бали
	He	Hi	INgi	Pigi	Pkgl		
коефіцієнт концентрації свинцю							
N ₆₀ N ₃₀	1,3*/1,0**	1,2/1,0	1,1/1,0	1,2/1,0	1,2/1,0	нормальний/ оптимальний	2/3
P ₁₃₅ K ₁₃₅ + N ₈₀ + N ₅₅	1,3/1,1	1,2/1,0	1,2/1,0	1,2/1,1	1,2/1,0	нормальний/ оптимальний	2/2
P ₉₀ K ₉₀ + N ₆₀ + N ₃₀	1,0/1,1	1,0/1,1	1,1/1,0	1,0/1,1	1,0/1,0	оптимальний/ нормальний	2/2
побічна продукція	1,0/1,1	1,1/0,9	1,1/0,8	1,0/0,9	1,0/0,9	оптимальний/ оптимальний	3/3
коефіцієнт концентрації міді							
N ₆₀ N ₃₀	1,1/1,1	1,2/0,9	1,2/1,0	1,3/1,0	1,2/1,0	нормальний/ оптимальний	2/3
P ₁₃₅ K ₁₃₅ + N ₈₀ + N ₅₅	1,2/1,1	1,4/1,0	1,3/1,1	1,2/1,1	1,2/1,0	нормальний/ нормальний	2/3
P ₉₀ K ₉₀ + N ₆₀ + N ₃₀	1,1/1,1	1,1/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	оптимальний/ оптимальний	3/3
побічна продукція	1,1/0,9	1,0/1,0	0,9/0,9	1,0/1,0	0,9/0,9	оптимальний/ оптимальний	2/3

Примітки: * – інтенсивний захист, ** – мінімальний захист

Отримані результати за вмістом свинцю свідчать, що у більшості випадків застосування мінеральних і органічних добрив на фоні інтенсивного і мінімального захисту не призводило до погіршення екологічного стану ґрунту. На варіантах $N_{60}N_{30}$, $P_{135}K_{135} + N_{80} + N_{55}$, на фоні інтенсивного захисту і $P_{90}K_{90} + N_{60} + N_{30}$ за мінімального захисту спостерігається такий перерозподіл свинцю у профілі ґрунту, який характеризує нормальний екологічний стан. Коефіцієнт концентрації коливався в межах 1,1–1,3, що характеризує мінімальне накопичення свинцю у генетичних горизонтах даного ґрунту. Інші технології відповідають оптимальному екологічному стану.

Екологічне оцінювання темно сірого опідзоленого ґрунту за коефіцієнтом концентрації міді показало, що $N_{60}N_{30}$, $P_{135}K_{135} + N_{80} + N_{55}$ на фоні інтенсивного захисту і $P_{135}K_{135} + N_{80} + N_{55}$ на фоні мінімального захисту відповідали нормальному екологічному стану, коефіцієнт концентрації яких коливався в межах 1,1–1,5. Це свідчить про те, що відбувалося незначне накопичення міді у генетичних горизонтах темно-сірого опідзоленого ґрунту. Більшість варіантів на обох фонах відповідала оптимальному екологічному стану.

Врахування всіх показників, що вивчалися під час випробування технологій, дало змогу провести комплексне оцінювання і встановити ступінь технологічних процесів (табл. 6). Екологічне оцінювання (ЕО) технологій за комплексом показників проводили за рівнянням

$$EO = \frac{-n_2 + n_3 + \dots + n_n}{n}$$

де n_n – показник, згідно з яким проводили оцінювання, бал;

n – кількість показників, за якими проводили оцінювання.

Результати екологічного оцінювання технологій вирощування озимої пшениці за показниками родючості і міграції важких металів у генетичних горизонтах темно-сірого опідзоленого ґрунту показали, що технології, які передбачають інтенсивний захист рослин та удобрення $P_{90}K_{90} + N_{60} + N_{30}$ і побічну продукцію потребують вдосконалення за деякими технологічними операціями, а технології, які передбачають застосування $N_{60}N_{30}$ і $P_{135}K_{135} + N_{80} + N_{55}$ перед впровадженням потребують істотного вдосконалення. Всі технології, що передбачають застосування добрив на фоні мінімального захисту рослин потребують подальшого вдосконалення, оскільки не забезпечують оптимального агрохімічного стану темно-сірого опідзоленого ґрунту.

Висновки. Отримані дані свідчать, що екологічна експертиза технологій вирощування озимої пшениці в умовах північного Лісостепу України за агрохімічними показниками ґрунту повинна передбачити таке внесення добрив, щоб забезпечити оптимальні параметри родючості ґрунту. Використання коефіцієнта концентрації для характеристики екологічного стану темно-сірого опідзоленого ґрунту за показниками нагромадження і вилуговування важких металів у генетичних горизонтах дає можливість оцінити технології застосування добрив, засобів захисту і за необхідності провести відповідні вдосконалення.

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 балів	потребують вдосконалення окремі технологічні операції
IV	3 бали	технологія досконала і може бути рекомендована виробництву

6. Комплексне екологічне оцінювання технологій вирощування пшениці озимої в зоні північного Лісостепу України

Варіанти дослідів	Система захисту рослин	
	інтенсивна	мінімальна
1. Контроль	1,8	1,4
2. $N_{60}N_{30}$	1,5	1,8
3. $P_{135}K_{135} + N_{80} + N_{55}$	2,2	2,2
4. Побічна продукція	2,5	2,0
5. $P_{90}K_{90} + N_{60} + N_{30}$	2,5	2,2

Наша наукова робота в подальшому буде спрямована на вивчення впливу окремих технологічних операцій на якість бобових і технічних культур та проведення екологічної оцінки тех-

нологій вирощування сої і ріпаку за біохімічними, токсикологічними, санітарно-гігієнічними показниками.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. *Говорина В. В.* Содержание и распределение кадмия, свинца и никеля в растениях яровой пшеницы в зависимости от уровня минерального питания и загрязнения тяжелыми металлами / В. В. Говорина, Н. Г. Ракинов, Лин Кео Сопхеак, Н. К. Сидоренкова // *Агрохимия*. – 2007. – №3. – С. 61–67.

2. Екологічна експертиза технологій вирощування сільськогосподарських культур (методичні рекомендації) / [Макаренко Н. А., Бондарь В. І., Макаренко В. В. та ін.] ; за ред. Н. А. Макаренко, В. В. Макаренко. – К. : ДІА, 2008. – 84 с.

3. *Жигарева Т. Л.* Влияние природных мелиорантов и тяжелых металлов на урожайность зерновых культур и микрофлору дерново-подзолистой почвы / Т. Л. Жигарева, Р. М. Алексахин, Д. Г. Свириденко // *Агрохимия*. – 2005. – №11. – С. 60–65.

4. *Макаренко Н. А.* Агроекологічна оцінка мінеральних добрив за впливом на ґрунтову сис-

тему: автореф. дис. д. с.-г. н. : 03.00.16. / Наталія Анатоліївна Макаренко. – К., 2002. – 37 с.

5. *Макаренко Н. А.* Екологічна експертиза технологій вирощування сільськогосподарських культур / Н. А. Макаренко, В. І. Бондар, В. В. Макаренко // *Агроекологічний журнал*. – 2008. – Спеціальний випуск. – С. 14–18.

6. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства / ЦИНАО. – М. : ЦИНАО, 1992. – 61 с.

7. *Популан М. І.* Родючість ґрунту як природно-антропогенна його властивість, її види та параметрична оцінка / М. І. Популан, В. А. Величко, В. Б. Соловей // *Вісник аграрної науки*. – 2009. – №2. – С. 17–24.

8. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів : ДСТУ 4362:2006. – [Чинний від 2006-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 40 с. – (Національний стандарт України).