

УДК 631.95, DOI 10.31210/visnyk2018.02.06
© 2018

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

Паращенко І. В., кандидат сільськогосподарських наук
Інститут агроекології і природокористування НААН

ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО ЛІСОСТЕПУ

Рецензент – доктор сільськогосподарських наук Н. В. Палапа

Висвітлено результати екологічної експертизи технологій вирощування пшениці озимої у північному Лісостві за впливом на процеси міграції міді в генетичних горизонтах темно-сірого опідзоленого ґрунту та накопичення її у вегетативних і генеративних органах рослин. Результати екотоксикологічних досліджень дали змогу виявити, що мінеральна система удобрення та інтенсивний захист рослин можуть бути причиною нагромадження потенційно небезпечних шкідливих речовин у верхніх горизонтах ґрунту, а також сприяти їх міграції вниз за ґрунтовым профілем і створювати потенційну загрозу забруднення ґрунтових вод.

Ключові слова: пшениця озима, ґрунт, санітарно-гігієнічні показники, темно-сірий опідзолений ґрунт, мідь.

Постановка проблеми. До факторів забруднення навколишнього середовища, крім промислових викидів, пестицидів, належить і застосування мінеральних й органічних добрив та вапнякових матеріалів. З одного боку, до складу добрив входять важкі метали (ВМ), які потенційно здатні забруднювати ґрунт, рослини та ґрунтові води, з іншого – добрива, змінюючи агрохімічні властивості, можуть впливати на міграцію важких металів у ньому та на їх надходження у рослини [5].

У зв'язку з цим проведення екологічної експертизи технологій вирощування озимої пшениці за санітарно-гігієнічними показниками, а також вивчення міграції міді в генетичних горизонтах темно-сірого опідзоленого ґрунту і накопичення в генеративних органах пшениці озимої є актуальним питанням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми. Основними принципами екологічної експертизи технологій вирощування сільськогосподарських культур є гарантування безпечного для життя та здоров'я людей навколишнього природного середовища, збалансованість екологічних, економічних, медико-біологічних і соціальних інтересів

сів, наукова обґрунтованість, превентивність [1, 2, 5]. Питаннями вивчення екологічної оцінки технологій вирощування сільськогосподарських культур за комплексом показників займалися провідні вчені в галузі екології: Н. А. Макаренко, Т. Л. Жегарьова, Р. М. Алексахін та інші.

Метою нашої роботи було проведення екологічної експертизи технологій вирощування озимої пшениці за міграції міді в генетичних горизонтах темно-сірого опідзоленого ґрунту та накопичення міді в генеративних органах озимої пшениці.

Методика проведення дослідження. Дослідження проводились на базі Інституту агроекології УААН та ННЦ „Інститут землеробства УААН”. Польові дослідження було проведено в стаціонарному досліді ННЦ „Інститут землеробства”. Сорт пшениці озимої – Лада Одеська. Ґрунт дослідного поля – темно-сірий опідзолений легкосуглинковий на лесовидному суглинку з наступною характеристикою основних агрохімічних показників: $pH_{\text{сол}} - 5,2$, гідролітична кислотність – 39 мг-екв кг ґрунту, вміст гумусу – 2,0 % (за Тюрнімом), рухомого фосфору – 160 мг/кг ґрунту (за Чириковим), обмінного калію – 140 мг/кг ґрунту (за Масловою).

У досліді вивчали 2 системи захисту рослин: інтенсивну – з використанням пестицидів «Амістар», «Карате-Зеон», «Альто-Супер», «Лінтур»; мінімальну – з використанням протруювача насіння «Максім-Стар».

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

Вміст важких металів визначали в ґрунті та рослинних зразках. Ґрунт відбирали з орного шару 0–20 см одночасно з рослинними зразками. Рухомі форми важких металів із ґрунту вилучали за допомогою екстракції 1 н HNO_3 , а їх кількісне визначення проводили на атомно-адсорбційному спектрофотометрі [3].

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Статистичну обробку результатів проводили за допомогою дисперсійного і регресійного аналізів.

Результати дослідження. Екологічну експертизу технологій вирощування озимої пшениці проводили відповідно до методичних рекомендацій "Екологічна експертиза технологій вирощування сільськогосподарських культур" [4]. Технології оцінювали за впливом на стан агро-екосистеми:

Екологічний стан	Відхилення від оптимального 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

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 залежить від процесу ґрунтоутворення, мінералогічного складу материнських порід, гранулометричного складу і вмісту органічної речовини в ґрунті [2, 3].

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

$$K_c = k_i / K_i, \quad (1)$$

де k_i – вміст, i – хімічного елементу у n – компоненті, K_i – вміст i – хімічного елементу в еталоні (контролі).

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

Нами було проведено екологічне оцінювання темно-сірого опідзоленого ґрунту за коефіцієнтом концентрації при застосуванні різних технологічних операцій щодо (табл. 2).

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 та оптимальному екологічному стану (коефіцієнти концентрації коливалися в межах 1,1–1,5). Це свідчить про незначне накопичення міді у генетичних горизонтах темно-сірого опідзоленого ґрунту (табл. 2).

Дослідження впливу мінеральних і органічних добрив за мінімального й інтенсивного захисту рослин показали, що внесення добрив протягом тривалого часу не призводило до значного зростання міді у ґрунті (рис. 1–2).

1. Оцінка технології за коефіцієнтами концентрації [1]

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

2. Коефіцієнти концентрації міді при застосуванні різних технологій вирощування пшениці

Варіанти дослідів	Генетичний горизонт					Екологічний стан	Оцінка, бали
	He	Ni	PHgi	Pigl	Pkgl		
	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

* – інтенсивний захист, ** – мінімальний захист

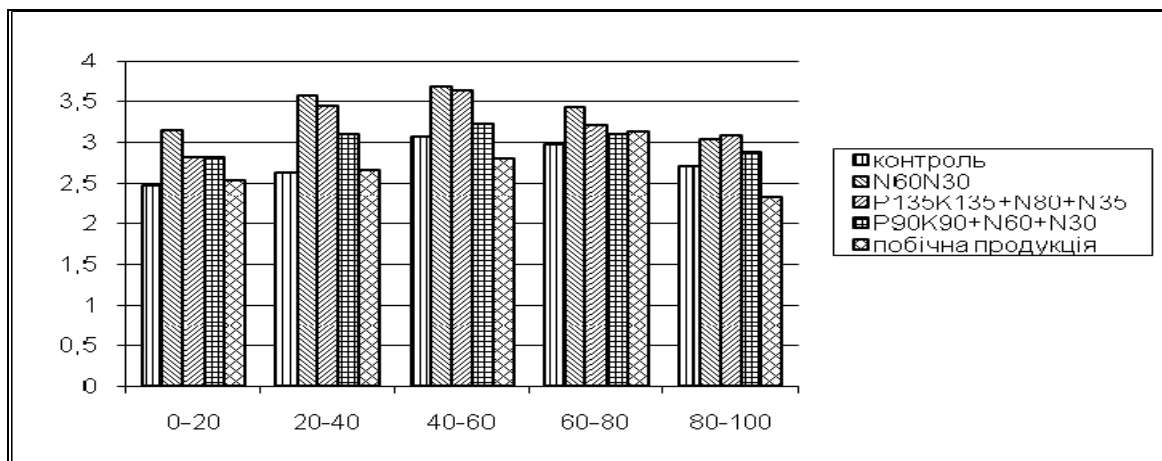


Рис. 1. Розподіл міді за профілем темно-сірого опідзоленого ґрунту за інтенсивного захисту

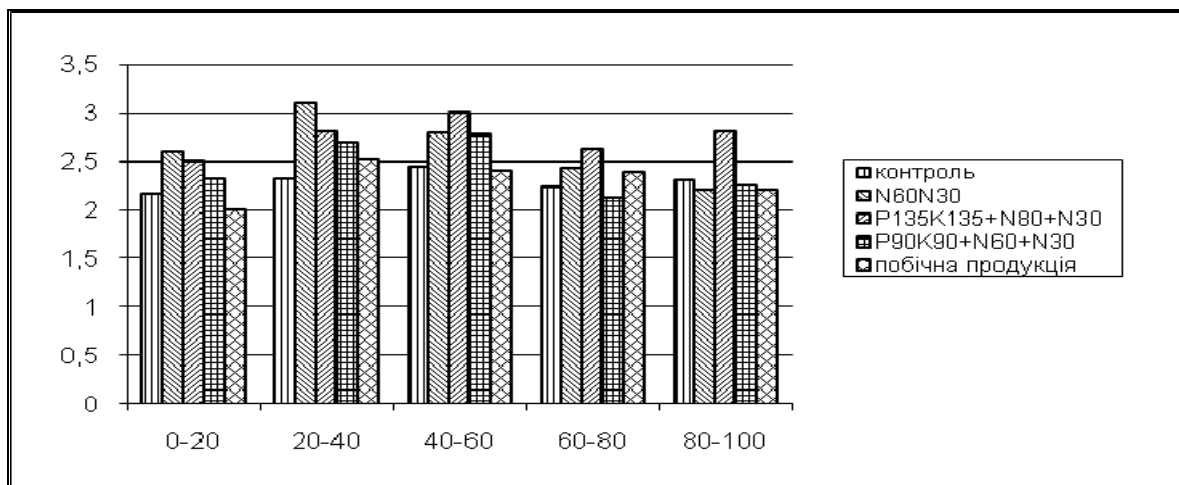


Рис. 2. Розподіл міді за профілем темно-сірого опідзоленого ґрунту за мінімального захисту

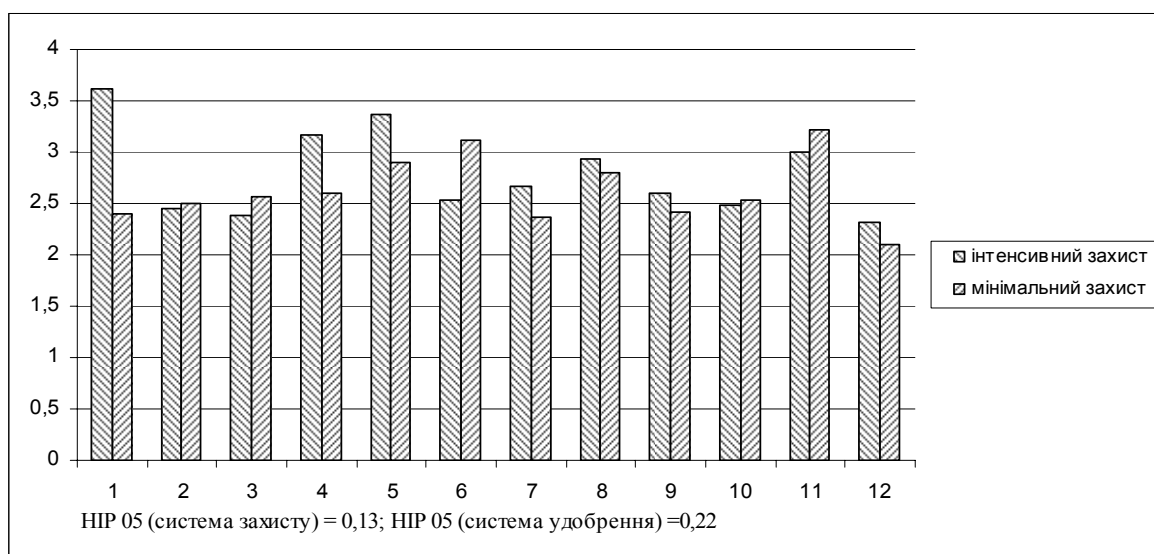


Рис. 3. Вплив технологій вирощування на вміст міді у зерні пшениці озимої (y – вміст міді, мг/кг; x – варіанти дослідів)

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

3. Коефіцієнт біологічного поглинання ($K_{б.л.}$) міді вегетативними (солома) і генеративними (зерно) органами пшениці озимої (чисельник – інтенсивна система захисту, знаменник – мінімальна система захисту рослин)

Варіанти	Вміст міді у темно-сірому опідзоленому ґрунті	Органи пшениці	
		вегетативні (солома)	генеративні (зерно)
1. $N_{60}N_{30}$	2,65/2,39	1,86/1,74	0,90/1,07
2. $P_{135}K_{135} + N_{80} + N_{55}$	3,06/2,44	1,80/1,63	1,10/1,18
3. $P_{90}K_{90} + N_{60} + N_{30}$	2,63/2,32	1,90/1,89	0,96/1,30
4. побічна продукція	2,71/2,31	1,48/1,79	0,91/1,00
5. контроль	2,50/2,16	1,60/1,52	0,92/0,97

4. Екологічне оцінювання технологій вирощування пшениці за величиною $K_{б.л.}$ міді для генеративних органів (зерна)

Варіанти	Екологічне оцінювання	
	Екологічний стан	Оцінка, бали
1. $N_{60}N_{30}$	оптимальний/задовільний	3/1
2. $P_{135}K_{135} + N_{80} + N_{55}$	задовільний/задовільний	1/1
3. $P_{90}K_{90} + N_{60} + N_{30}$	нормальний/задовільний	2/1
4. побічна продукція	оптимальний/нормальний	3/2
5. контроль	оптимальний/оптимальний	3/3

При вирощуванні озимої пшениці вміст важких металів в шарах ґрунту був нерівномірним. У нижніх шарах ґрунту кількість їх зменшувалась, порівняно з верхніми шарами. При застосуванні $P_{135}K_{135}+N_{80}+N_{55}$, $N_{60}N_{30}$ відбулося збільшення міді в шарах 20–40, 40–60 см на фоні інтенсивного захисту. На інших варіантах на фоні інтенсивного і мінімально захисту по всьому профілю ґрунту значного збільшення не помітно.

Було встановлено, що максимальне накопичення міді в зерні відбувалося за інтенсивного захисту у варіантах із внесенням мінеральних добрив ($P_{135}K_{135}+N_{80}+N_{55}$, $P_{90}K_{90}N_{60}+N_{30}$, $N_{45}P_{45}K_{45}$), її вміст становив 3,62, 3,87, 3,00 мг/кг відповідно. Так, на інших варіантах вміст міді знизився, порівняно з контролем, і складав у зерні пшениці < 2,39 мг/кг. За мінімального захисту рослин вміст міді у зерні не перевищував 3,12 мг/кг (рис. 3).

Найбільші коефіцієнти біологічного поглинання міді генеративними органами спостерігалися за інтенсивного захисту рослин (табл. 3), вони становили 1,67–1,90. Коефіцієнти біологічного поглинання міді генеративними органами коливалися в межах 0,82–1,13.

Відповідно до визначених коефіцієнтів біологічного поглинання свинцю було проведено оцінювання технологій вирощування пшениці ози-

мої (табл. 4).

Аналогічним чином проводили оцінювання технологій вирощування пшениці за впливом на процеси нагромадження рослинами міді.

Дослідженнями було показано (рис. 3), що на фоні інтенсивного захисту вміст міді в солоні мав також тенденцію до збільшення. Найбільший вміст міді в солоні озимої пшениці відмічено на варіантах $P_{135}K_{135}+N_{80}+N_{55}$, $P_{90}K_{90}N_{60}+N_{30}$, що становив 4,75 мг/кг, 5,52 мг/кг відповідно до контролю. Проте вміст її за внесення норм добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$, $N_{60}+N_{30}$, $P_{90}K_{90}$ коливався в межах 4,26–5,35 мг/кг. У цілому, застосування інших норм органічних і мінеральних добрив призвело до незначного збільшення вмісту міді в солоні озимої пшениці. За мінімального захисту на 12-ти варіантах удобрення вміст міді в солоні коливався в межах 3,18–4,51 мг/кг.

Висновки. Результати екотоксикологічних досліджень дозволили виявити, що мінеральна система удобрення та інтенсивний захист рослин можуть бути причиною нагромадження потенційно небезпечних шкідливих речовин у верхніх горизонтах ґрунту, а також сприяти їх міграції вниз за ґрунтовим профілем і створювати потенційну загрозу забруднення ґрунтових вод. Органічна система удобрення, навпаки, сприяла зниженню активності цих процесів.

Було встановлено, що під впливом мінеральних добрив ($P_{135}K_{135}+N_{80}+N_{55}$, $P_{90}K_{90}N_{60}+N_{30}$, $N_{45}P_{45}K_{45}$) на фоні інтенсивного захисту відбувалося більш активне накопичення потенційно небезпечних речовин вегетативними (стебло, листя) органами пшениці. Застосування побічної продукції призводило до зниження активності цих процесів. Системи удобрення та, особливо, захисту рослин мали істотний вплив на перерозподіл шкідливих речовин між вегетативними та

генеративними органами пшениці. Кількість їх в зерні озимої пшениці за інтенсивного захисту рослин значно зростала.

Наша наукова роботи в подальшому буде спрямована на вивчення впливу транслокації переходу нікелю, цинку з ґрунту у вегетативні і генеративні органи озимої пшениці та проведення екологічної оцінки технологій вирощування озимої пшениці за токсикологічними показниками.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. 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.

2. Кривіч Н. Я. Вміст важких металів у ґрунті під озимою пшеницею та її продуктивність залежно від систем удобрення та способів основного обробітку / Н. Я. Кривіч, Ю. А. Білявський, Я. П. Мандзик // *Вісник ДАУ*. – 2004. – № 1. – С. 61–68.

3. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйствен-

ных угодий и продукции растениеводства / ЦИНАО. – М. : ЦИНАО, 1992. – 61 с.

4. Методичні рекомендації “Екологічна експертиза технологій вирощування сільськогосподарських культур” / [За ред. д. с.-г. наук Н.А. Макаренко, к. с.-г. н. В.В. Макаренка/ – К., 2008. – 84 с.

5. 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.

ANNOTATION

Togachyn'ska O. V., Parashchenko I. V. The translocation of the transition of copper from a dark gray podzolized soil to winter wheat plants.

The research was carried out on the basis of the Institute of Agroecology of the UAAS and the NSC «Institute of Agriculture of UAAS». Winter wheat variety – Lada Odes'ka. The soil of the experimental field is dark gray podzolized.

The scheme of the experiment involved the study of fertilizer variants against the background of the minimal and intensive system of plant protection: control (without fertilizers), $N_{60}N_{30}$, $P_{135}K_{135} + N_{80} + N_{55}$, by-products, $P_{90}K_{90} + N_{60} + N_{30}$.

The results of ecological examination of technologies of winter wheat growing in the Northern Forest-Steppe for the influence on the processes of copper migration in the genetic horizons of dark gray podzolized soil and its accumulation in vegetative and generative organs of plants are highlighted. The results of ecotoxicological studies have revealed that the mineral fertilizer system and intensive plant protection can cause the accumulation of potentially hazardous substances in the upper horizons of the soil. As well as promote their migration down the

soil profile and create a potential threat to groundwater contamination.

It was established that under the influence of mineral fertilizers ($P_{135}K_{135} + N_{80} + N_{55}$, $P_{90}K_{90}N_{60} + N_{30}$, $N_{45}P_{45}K_{45}$) intensive protection was carried out more active accumulation of potentially dangerous substances by vegetative (stem, leaves) by the organs of wheat. The use of by-products led to a decrease in the activity of these processes. Fertilizer systems, and especially plant protection, have had a significant impact on the redistribution of harmful substances between vegetative and generative organs of wheat. The amount of copper in winter wheat grains with intensive plant protection increased significantly.

Prospects for scientific work in the future will be aimed at studying the influence of the transition of the transition of nickel, zinc from the soil into vegetative and generative organs of winter wheat and conducting an environmental assessment of technologies for growing winter wheat according to toxicological indicators.

Key words: *winter wheat, ecological assessment, dark-gray podzolized soil, sanitary-hygienic indices, copper, grain.*