

- Геологічний журнал НАНУ. — 2003. — № 3. — С. 78–81.
11. Геохимия окружающей среды / [Ю.Е. Сагет, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др.]. — М.: Недра, 1990. — С. 335.
12. Постанови Кабінету Міністрів України «Порядок встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища і стягнення цього збору» — № 402. Ред. 28.03.2003.

УДК 631.95

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ НА ПОГЛИНАННЯ НІКЕЛЮ ПШЕНИЦЕЮ ОЗИМОЮ

О.В. Тогачинська

кандидат сільськогосподарських наук, завідувач лабораторії екологічної оцінки агротехнологій

Інститут агроєкології і природокористування НААН

Наведено результати досліджень щодо впливу технологій вирощування пшениці озимої на вміст рухомих форм нікелю в ґрунті та вегетативних і генеративних органах рослин. Визначено коефіцієнти біологічного поглинання, встановлено взаємозв'язок між вмістом нікелю у вегетативних і генеративних органах пшениці та кількістю його в ґрунті.

Ключові слова: *пшениця озима, коефіцієнт біологічного поглинання, нікель, ґрунт, вегетативні й генеративні органи.*

За останні 10–15 років техногенне навантаження на агроєкосистеми стало одним із провідних факторів, що визначає продуктивність культурних рослин і якість урожаю. Екологічність сучасних технологій виробництва сільськогосподарської продукції належить до головних критеріїв оцінки їхньої ефективності. Надлишкова кількість важких металів, які потрапляють у навколишнє природне середовище в результаті функціонування промислових підприємств, порушують життєдіяльність у різних ланцюгах агробіоценозів, знижують урожай і якість продукції рослинництва, негативно впливають на ріст і розвиток рослин [1; 2]. Наднебезпечними забруднюючими елементами є важкі метали: свинець, ртуть, миш'як, цинк, нікель та ін. Приблизно 90% важких металів, які надходять у довкілля, акумулюються ґрунтами, звідки мігрують у природні води, поглинаються рослинами і включаються у харчові ланцюги [3–5].

Доведено, що їх техногенне накопичення найвище у ґрунтах [6; 7]. Ці елементи здатні пригнічувати найважливіші процеси метаболізму, затримувати ріст і розвиток рослин, що призводить до зниження продуктивності

і погіршення якості сільськогосподарської продукції. Рослинницька продукція, яка вирощена навіть на слабо забруднених ґрунтах, здатна сприяти кумулятивному ефекту, обумовлюючи поступове накопичення важких металів в організмі людини [1; 6; 7].

Надзвичайно великого значення набувають показники безпечності продукції рослинництва, які визначаються за вмістом шкідливих для здоров'я людини речовин. Саме до таких речовин належать важкі метали, залишкові кількості пестицидів, радіонукліди тощо. Виходячи із вище зазначеного, першочергова увага приділялася питанням впливу технологій вирощування на накопичення нікелю рослинами пшениці озимої і негативної дії на якість зерна.

Мета дослідження полягає у вивченні впливу технологій вирощування пшениці озимої сорту Лада Одеська за інтенсивного і мінімального захисту її в зоні північної частини Лісостепу на вміст рухомих форм нікелю в темно-сірому опідзоленому ґрунті та вегетативних і генеративних органах рослин і встановлення взаємозв'язку між його вмістом у вегетативних і генеративних органах пшениці озимої і ґрунті.

Дослідження виконувалися в Інституті агроєкології і природокористування НААН та ННЦ «Інститут землеробства НААН» упродовж 2006–2009 рр. із пшеницею озимою сорту Лада Одеська на темно-сірому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті в умовах північної частини Лісостепу України. Схема стаціонарного дослідження включала 12 варіантів (технологій) вирощування цієї культури на фоні мінімальної та інтенсивної систем захисту, що відрізнялися рівнем застосування добрив (0,5 дози NPK — ресурсозберігаючі технології; одна — інтенсивні базові технології та її варіації; 1,5 дози NPK — інтенсивні енергонасичені технології), строками роздільного внесення азоту і ступенем біологізації (альтернативні технології). Система удобрення передбачала такі варіанти: перший — внесення $N_{45}P_{45}K_{45}$; другий — $P_{90}K_{90}N_{60} + N_{30}$; третій — $N_{60}N_{30}$; четвертий — $P_{90}K_{90}$; п'ятий — $P_{135}K_{135} + N_{80} + N_{55}$; шостий — $P_{90}K_{90}N_{60} + N_{30}$ (мінеральні добрива вносили на фоні штучно доведеного вмісту РК до 400 мг/на 1 кг ґрунту); сьомий — $N_{60}N_{30}$ (внесення мінеральних добрив на фоні штучно доведеного вмісту РК до 400 мг/на 1 кг ґрунту); восьмий — $N_{45}P_{45}K_{45} +$ препарати біостимулюючої дії; дев'ятий — побічна продукція + 18,5 кг азотних добрив на 1 га площі сівозміни; десятий — побічна продукція; одинадцятий — $P_{90}K_{90}N_{60} + N_{30}$ (мінеральна система удобрення); дванадцятий — (без добрив) контроль.

Облікова площа ділянки — 25 м², повторність — 4-разова, розміщення ділянок — рендомізоване, попередник — горох, агротехніка — загальноприйнята для північної частини Лісостепу.

У сівозміні система удобрення включала у варіантах 1–10 вивчення можливості компенсації органічних добрив унесенням побічної продукції під пшеницю озиму.

Ґрунт характеризується такими основними агрохімічними показниками: рН_{сол} — 5,2, гідролітична кислотність — 39 мг-екв/кг ґрунту, вміст загального гумусу — 2,0% (за Тюрнімом), рухомого фосфору — 160 мг/кг ґрунту (за Чириковим), обмінного калію — 140 мг/кг ґрунту (за Масловою).

Система інтенсивного захисту рослин включала застосування

пестицидів: амістар-екстра — 0,5 л/га, карате-зеон — 0,2, альто-супер — 0,5, лінтур — 0,15, з мінімальним захистом застосовували лише протруювач — максім-стар — 1,5 л/т.

Вміст нікелю визначали у зразках, які відбирали з орного шару (0–20 см) одночасно з рослинними зразками (солома і зерно). Потенційно рухомі форми нікелю з ґрунту вилучали за допомогою екстракції 1 н HNO₃, а його кількість у розчинах мінералізація — методом атомно-адсорбційної спектроскопії [8].

Екологічне оцінювання технологій вирощування пшениці озимої здійснювали згідно з методичними рекомендаціями [9], статистичну обробку результатів — за допомогою дисперсійного і регресійного аналізів.

Результати визначення вмісту нікелю в темно-сірому опідзоленому ґрунті після збирання врожаю пшениці озимої свідчать про неістотний вплив застосовуваних чинників на процеси акумуляції потенційно рухомого нікелю (рис. 1).

Результати досліджень свідчать, що ресурсозберігаючі та інтенсивні технології ($P_{135}K_{135} + N_{80} + N_{55}$; $P_{90}K_{90}N_{60} + N_{30}$; $N_{45}P_{45}K_{45}$) на фоні посиленого захисту й альтернативні із застосуванням побічної продукції сприяли незначному накопиченню у ґрунті рухомих форм нікелю. Так, у шарі 0–20 см темно-сірого опідзоленого ґрунту на фоні інтенсивного захисту в усіх варіантах його вміст коливався від 2,49 до 3,80 мг/кг, а на фоні мінімального захисту — від 2,35 до 3,73 мг/кг. При органічній системі удобрення, яка передбачала застосування побічної

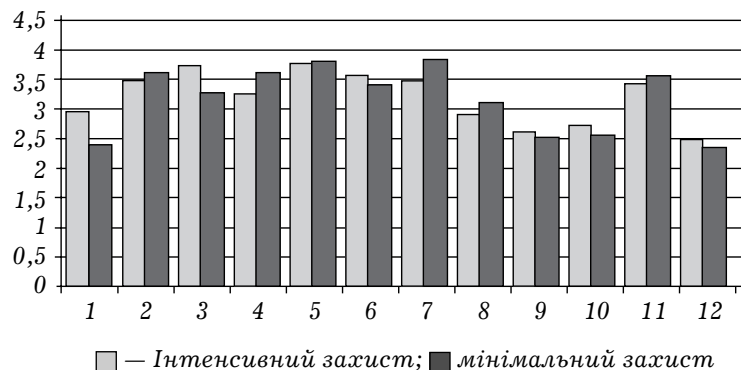


Рис. 1. Вплив технологій вирощування пшениці на вміст нікелю в шарі 0–20 см темно-сірого опідзоленого ґрунту за варіантами, мг/кг: НР_{0,5} мг/кг: система захисту = 0,11; система удобрення = 0,27

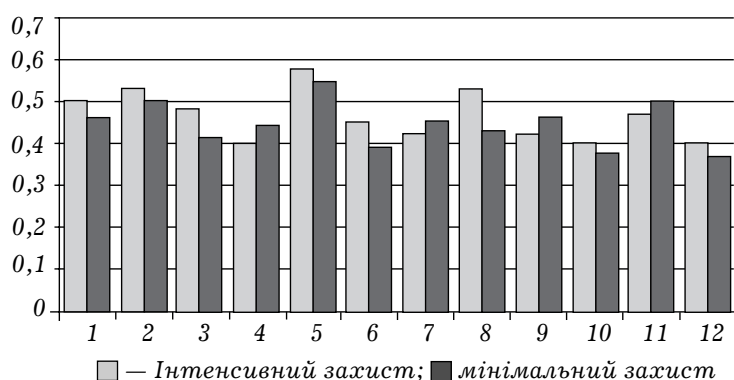


Рис. 2. Вплив технологій вирощування пшениці на вміст нікелю у вегетативних органах за варіантами, мг/кг: $НІР_{0,5}$ мг/кг; система захисту = 0,03; система удобрення = 0,06

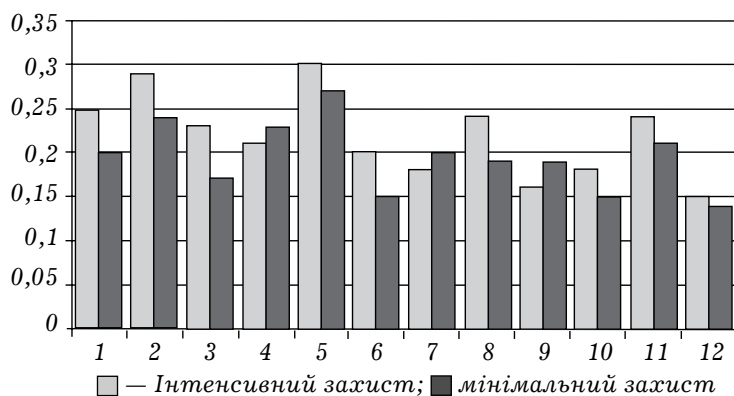


Рис. 3. Вплив технологій вирощування пшениці на вміст нікелю в зерні за варіантами, мг/кг ($НІР_{0,5}$, мг/кг: система захисту = 0,03; система удобрення = 0,09)

Загалом на всіх варіантах удобрення при інтенсивному і мінімальному захисті вміст нікелю в ґрунті під пшеницею озимою не перевищував гранично допустимих концентрацій.

За інтенсивного захисту вміст нікелю у вегетативних органах пшениці коливався в межах 0,4–0,58 мг/кг, а за мінімального — 0,38–0,55 мг/кг. Але у варіантах, де застосовувалася мінеральна система удобрення ($P_{90}K_{90}N_{60} + N_{30}$; $P_{135}K_{135} + N_{80} + N_{55}$) і дві системи захисту рослин, кількість нікелю становила 0,50–0,58 мг/кг. Використання органічних добрив (заорювання побічної продукції) на двох системах захисту сприяло незначному зменшенню цього показника, а саме до 0,38–0,46 мг/кг (рис. 2).

Аналіз вмісту нікелю у зерні пшениці озимої (рис. 3) виявив, що його концентрація при застосуванні $P_{90}K_{90}N_{60} + N_{30}$, $P_{135}K_{135} + N_{80} + N_{55}$ була в межах 0,24–0,3 мг/кг, в інших варіантах — 0,16–0,29, на контролі — 0,15 мг/кг.

Технології оцінювали за здатністю перевищувати ГДК, яка відповідно до санітарно-гігієнічних нормативів для нікелю в зерні пшениці становить 0,5 мг/кг (табл. 1).

У результаті з'ясовано, що цей показник не залежить від технологій вирощування пшениці.

продукції, спостерігалось зменшення цього показника до 2,5–2,72 мг/кг.

Таблиця 1

Коефіцієнт біологічного поглинання (Кб.п.) нікелю вегетативними і генеративними органами пшениці озимої

Варіант удобрення	Вміст нікелю у темно-сірому опідзоленому ґрунті		Коефіцієнт біологічного поглинання			
			вегетативними органами (солома)		генеративними органами (зерно)	
	I*	II**	I	II	I	II
1. $N_{45}P_{45}K_{45}$	2,95	2,38	0,16	0,19	0,08	0,08
2. $P_{90}K_{90}N_{60} + N_{30}$	3,49	3,60	0,15	0,13	0,08	0,06
3. $N_{60}N_{30}$	3,73	3,25	0,12	0,12	0,06	0,05
4. $P_{90}K_{90}$	3,24	3,60	0,15	0,12	0,06	0,06
5. $P_{135}K_{135} + N_{80} + N_{55}$	3,78	3,80	0,12	0,14	0,07	0,07
6. $P_{90}K_{90} + N_{60} + N_{30}$ (РК до 400 мг/кг ґрунту)	3,55	3,40	0,12	0,11	0,05	0,04

Варіант удобрення	Вміст нікелю у темно-сірому опідзоленому ґрунті		Коефіцієнт біологічного поглинання			
			вегетативними органами (солома)		генеративними органами (зерно)	
	I*	II**	I	II	I	II
7. N ₆₀ N ₃₀ (РК до 400 мг/кг ґрунту)	3,50	3,83	0,18	0,11	0,05	0,05
8. N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ і препарати бістимулюючої дії	2,90	3,10	0,16	0,13	0,08	0,06
9. Побічна продукція + 18,5 кг азотних добрив на 1 га сівозмінної площі	2,60	2,50	0,14	0,18	0,06	0,07
10. Побічна продукція	2,72	2,55	0,14	0,14	0,06	0,05
11. P ₉₀ K ₉₀ N ₆₀ + N ₃₀	3,44	3,55	0,13	0,14	0,06	0,05
12. Без добрив (контроль)	2,49	2,35	0,16	0,15	0,06	0,05

I* — інтенсивна система захисту. II** — мінімальна система захисту.

Найвищі значення коефіцієнта біологічного поглинання нікелю (Кб.п.) зафіксовано у варіантах дослідження, де вносили мінеральні добрива в нормі N₄₅P₄₅K₄₅, N₆₀N₃₀, P₉₀K₉₀N₆₀ + N₃₀ за інтенсивного захисту, а саме в межах 0,15–0,18. Коефіцієнти біологічного поглинання нікелю генеративними органами змінювалися в межах 0,06–0,08 (див. табл. 1).

За мінімального захисту у варіантах із внесенням органо-мінеральних добрив коефіцієнти біологічного поглинання нікелю вегетативними органами становили 0,11–0,19.

Відповідно до визначених коефіцієнтів біологічного поглинання нікелю виконано екологічне оцінювання технологій вирощування пшениці озимої (табл. 2).

Таблиця 2

Екологічне оцінювання технологій вирощування пшениці за величиною К_{б.п.} нікелю для генеративних органів (зерна), балів

Варіант удобрення	Екологічний стан за системою захисту		Оцінка за системою захисту	
	інтенсивною	мінімальною	інтенсивною	мінімальною
1. N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	Задовільний	Задовільний	1	1
2. P ₉₀ K ₉₀ N ₆₀ + N ₃₀	Задовільний	Оптимальний	1	3
3. N ₆₀ N ₃₀	Оптимальний	Оптимальний	3	3
4. P ₉₀ K ₉₀	Оптимальний	Оптимальний	3	3
5. P ₁₃₅ K ₁₃₅ + N ₈₀ + N ₅₅	Нормальний	Нормальний	2	2
6. P ₉₀ K ₉₀ + N ₆₀ + N ₃₀ (РК до 400 мг/кг ґрунту)	Оптимальний	Оптимальний	3	3
7. N ₆₀ N ₃₀ (РК до 400 мг/кг ґрунту)	Оптимальний	Оптимальний	3	3
8. N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + препарати бістимулюючої дії	Задовільний	Оптимальний	1	3
9. Побічна продукція і 18,5 кг азотних добрив на 1 га сівозмінної площі	Оптимальний	Нормальний	3	2
10. Побічна продукція	Оптимальний	Оптимальний	3	3
11. P ₉₀ K ₉₀ N ₆₀ + N ₃₀	Оптимальний	Оптимальний	3	3
12. Без добрив (контроль)	Оптимальний	Оптимальний	3	3

Таким, чином визначення коефіцієнта біологічного поглинання дало можливість установити взаємозв'язок між вмістом важких металів у вегетативних (солома) і генеративних органах (зерно) пшениці та їх кількістю в темно-сірому опідзоленому ґрунті.

ВИСНОВКИ

З'ясовано, що за різних технологій вирощування пшениці кількість нікелю зменшувалася в ряду «ґрунт — вегетативні органи — генеративні органи». При застосуванні мінеральних добрив, особливо на фоні інтенсивного захисту рослин, коефіцієнт біологічного поглинання у зерні: збільшувався, а у варіанті з побічною продукцією, навпаки, знижувався перехід нікелю в рослини.

У всіх фонах удобрення при інтенсивному і мінімальному захисті вміст нікелю у ґрунті під пшеницею озимою не перевищував гранично допустимих концентрацій.

Коефіцієнт біологічного поглинання нікелю озимою пшеницею підтверджує взаємозв'язок між вмістом токсиканта у вегетативних і генеративних органах та його кількістю в ґрунті, що може бути діагностичним показником під час проведення екологічної експертизи технологій вирощування пшениці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Жигарева Т.Л. Влияние природных мелиорантов и тяжелых металлов на урожайность зерновых культур и микрофлору дерново-подзолистой почвы / Т.Л. Жигарева, Р.М. Алек-

сахин, Д.Г. Свириденко // *Агрохимия*. — 2005. — № 11. — С. 60–65.

2. Макаренко В.В. Екотоксикологічне оцінювання технологій застосування агрохімікатів / В.В. Макаренко // *Агроекологічний журнал*. — 2008. — Червень. — С. 185–187.
3. Кавунець В.П. Вплив добрив і попередників на врожайність та якість насіння озимої пшениці / В.П. Кавунець, В.І. Русанов, В.С. Кочмарський // *Збірник наукових праць УДАУ*. — 2005. — № 60. — С. 112–119.
4. Карпухин А.И. Влияние применения удобрений на содержание тяжелых металлов в почвах длительных полевых опытов / А.И. Карпухин, Н.Н. Бушуев // *Агрохимия*. — 2007. — № 5. — С. 76–84.
5. Карпухин М.М. Влияние компонентов на поглощение тяжелых металлов в условиях техногенного загрязнения / М.М. Карпухин, Д.В. Ладонин // *Агрохимия*. — 2008. — № 11. — С. 1388–1398.
6. Ильин В.Б. К оценке массопотока тяжелых металлов в системе почва сельскохозяйственная культура / В.Б. Ильин // *Агрохимия*. — 2006. — № 3. — С. 52 — 59.
7. Подколзин О.А. Фоновое содержание тяжелых металлов в почвах Ставропольского края / О.А. Подколзин, О.Б. Анциферов // *Агрохимический вестник*. — 2007. — №6. С. 5–7.
8. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства. — М.: ЦИНАО, 1992. — С. 61.
9. Методичні рекомендації «Екологічна експертиза технологій вирощування сільськогосподарських культур» / [за ред. д. с.-г. наук Н.А. Макаренко, к.с.-г. н. В.В. Макаренко]. — К., 2008. — С. 84.