

УДК: 631.842:633(477.4+292.485)

**Яковець Л.А.**

асистент

кафедра ботаніки, генетики та захисту рослин

Факультет агрономії та лісівництва

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

E-mail: ludmila28334@gmail.com

## ОСОБЛИВОСТІ ВМІСТУ НІТРАТІВ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУРАХ, ВИРОЩЕНИХ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО

### Анотація

У статті наведено дослідження щодо забруднення нітратами зерна та насіння польових культур вирощених в умовах Лісостепу правобережного. Метою досліджень є встановлення вмісту нітратів у зерні та насінні польових культур в умовах інтенсивної хімізації землеробства, коефіцієнт накопичення та небезпечності. Дослідження проводились впродовж 2016–2019 рр. із зерном та насінням польових культур, вирощених в умовах інтенсивної хімізації землеробства Лісостепу правобережного за допомоги лабораторних аналізів у сертифікованій лабораторії випробувального центру Вінницької філії державної установи «Інститут охорони ґрунтів України». За результатами проведених досліджень встановлено, що вміст гумусу на угіддях, де вирощували сільськогосподарські культури складав 2,3–4,4 %, азоту, що легко гідролізується – 63,0–98,0 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору – 159–319 мг/кг ґрунту, обмінного калію – 100–239 мг/кг ґрунту, при цьому гідролітична кислотність становила – 0,28–1,60 мг.екв./100 г ґрунту і рН (сольове) – 5,8–6,8. Встановлено, що фактичний вміст нітратів у зерні пшениці озимої на період збирання, вирощеного в умовах інтенсивної хімізації землеробства, становив 51,30 мг/кг, що у 5,8 разів менше ГДК, у насінні ріпаку озимого – 88,30 мг/кг, що у 3,4 рази менше ГДК, у зерні ячменю ярого – 91,20 мг/кг, що у 3,3 рази менше ГДК, у вологому зерні кукурудзи – 10,23 мг/кг, що у 29,3 рази менше ГДК, у висушеному зерні кукурудзи – 9,12 мг/кг, що у 32,9 рази менше ГДК, у насінні сояшнику – 131,80 мг/кг, що у 2,3 рази менше ГДК.

**Ключові слова:** нітрати; зерно; насіння; забруднення; безпека.

**Вступ.** Забезпечення безпеки продуктів харчування – один з основних напрямів, що зумовлюють здоров'я населення, збереження генофонду нації. Здоров'я і безпека населення значною мірою залежать від харчування, яке забезпечує ріст і розвиток організму людини, створює умови для адекватної його адаптації до навколишнього середовища. Водночас із продуктами харчування до організму людини можуть потрапляти речовини, небезпечні для її здоров'я [1].

З кожним роком усе гостріше постає проблема забруднення природного ґрунтового середовища шкідливими речовинами, які мають здатність накопичуватися у ґрунті і згодом переноситися у зернову та насінневу продукцію. Одними із таких шкідливих речовин є нітрати, які потрапляють у ґрунт під час внесення мінеральних добрив для поповнення поживних речовин ґрунту. А це негативно впливає на екологію навколишнього середовища і агроценозів у тому числі [1].

Надмірний вміст нітратів в урожаї сільськогосподарських культур, сировині і продукції, є дефіцит розуміння сьогоднішньої ситуації, який вже привів до порогу злочинної безпечності і застосуванню необґрунтовано високих доз азотних добрив, незадовільна якість азотних добрив; нерівномірний розподіл азотних добрив по поверхні поля при їх внесенні; надмірне захоплення пізньою підгодівлею сільськогосподарських культур азотом; порушення збалансованості співвідношення між азотом та іншими елементами живлення (насамперед фосфором і калієм); низький рівень культури землеробства і технологічної дисципліни при виконанні робіт; неприпустима зневага до введення науково обґрунтованих сівозмін на величезних посівних майданах і переважаючої монокультури; низький рівень знань провідних фахівців в господарствах; відсутність сортової політики при виведенні і вирощуванні сортів з низьким рівнем нітратів в урожаї; відсутність належного ефективного контролю як за ходом виконуваних робіт, так і за якістю кінцевого продукту – за змістом нітратів та інших речовин; слабка ефективність впровадження наукових розробок в практику отримання високоякісного урожаю [2].

Нітрати – це солі азотної кислоти, які є нормальним продуктом обміну азотистих речовин будь-якої живої істоти. Нітрати є життєво необхідними, тому що без них неможливий нормальний ріст і розвиток організму. Проте, у разі перевищення ступеня навантаження цих речовин на організм людини вони можуть негативно вплинути на стан здоров'я. Нітрати не мають виявленої токсичності, але приймання однієї дози 1...4 г нітратів спричинює у людей гостре отруєння. Під час споживання у підвищеній кількості нітрати у травному тракті частково відновлюються до нітритів, механізм токсичної дії яких на організм полягає в їх взаємодії з гемоглобіном крові та утворенні метгемоглобіну, нездатного зв'язувати і переносити кисень. Накопичення нітритів в організмі людини сприяє зменшенню кількості вітамінів А, В, С, В<sub>1</sub>, В<sub>6</sub>, що позначається на зниженні стійкості організму до дії різних негативних факторів, у тому числі й онкогенних. Крім того, із нітритів у присутності амінів можуть утворюватись N-нітросоаміни, які мають канцерогенну активність, мутагенну та тератогенну дію [3, 4].

Сільське господарство на сучасному етапі не може гарантувати екологічно чисту продукцію. Тому пошук і розробка заходів, що дозволяють відчутно знизити надходження нітратів в організм людини є однією з актуальних проблем сьогодення.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Аналіз вітчизняної та закордонної літератури показує, що на теперішній час рівень забруднення рослинної сировини нітратами достатньо високий. Переважним чином нітрати до організму людини надходять з овочами, фруктами та ягодами. У разі збалансованого харчового раціону на їх частку припадає близько 70 % добової дози, решта потрапляє з водою, м'ясними та іншими продуктами [5]. В Україні встановлена допустима добова доза нітратів для дорослої людини яка складає 325 мг [6].

Інтенсивність накопичення нітратів у рослинах залежить від багатьох факторів. Зокрема, від виду та сорту рослин, умов їх мінерального живлення та стану ґрунту [7].

Розподіл нітратів у рослинах пов'язаний з фізіологічною спеціалізацією і морфологічними особливостями окремих органів рослин, типом і розташуванням листя, розміром листового стебла і жилок, діаметром центрального циліндра в коренеплодах [7].

Недостатнє живлення рослин основними елементами є однією з причин високого накопичення нітратів. Недостача фосфору побічно сприяє нагромадженню нітратів, оскільки він стимулює активність нітратредуктази. Однак, єдиної думки про вплив фосфору на накопичення нітратів в продукції рослин немає. У одних випадках внесення фосфорних добрив знижує рівень нітратів, за іншими підвищує. Калій, беручи участь у процесах вуглеводного обміну, побічно впливає на синтез білків. При спільному внесенні

азоту та калію в рослини збільшується вміст органічного азоту, а мінерального (нітратів) – знижується [7].

Серед основних факторів довкілля на накопичення нітратів в рослині найбільше впливає вологість, світло, температура повітря та ґрунтів.

Зміна вологості неоднозначно впливає на накопичення нітратів у рослинній продукції. Інтенсивне зволоження ґрунту посилює поглинання нітратів корінням, що у поєднанні із зниженими температурами, веде до надлишкового нагромадження їх рослинами [7].

В. М. Гришко [8] зазначає, що ґрунти потребують постійного тривалого екологічного моніторингу. Моніторинг показників родючості ґрунтів сьогодні є найбільш досконалим та відпрацьованим напрямом якісного і кількісного оцінювання ґрунтового покриву, який використовується в сільськогосподарській діяльності та слугує важливим інструментом для розроблення стратегії управління його продуктивністю й запобігання деградації [11].

О. П. Ткачук [9, 10] зазначає, що залежно від рівня хімізації, специфіки господарства і мети досліджень агрохімічне дослідження ґрунтів проводять в Україні один раз на 4-5 років за угодою з господарством державні обласні проектно-технологічні центри охорони родючості ґрунтів і якості продукції. Вибір пріоритетних металів, вміст яких слід контролювати, ґрунтується на таких факторах: рівень токсичності металу, яка характеризується величиною ГДК, фізико-хімічні властивості металу, які визначають його поведінку в ґрунтах, міграцію у природні води та рослини, співвідношення між регіональними фоновим вмістом металу в ґрунті й надходженням його в ґрунт внаслідок антропогенної діяльності.

Забруднення ґрунтів нітратами викликає глобальний інтерес з боку сучасної науки в зв'язку з підвищенням техногенного впливу на навколишнє природне середовище [11].

**Метою** досліджень було встановити вміст нітратів у зерні та насінні польових культур в умовах інтенсивної хімізації землеробства, коефіцієнт накопичення та небезпечності.

**Методологія досліджень.** Дослідження проводили впродовж 2016–2019 рр. із зерном та насінням польових культур, вирощених в умовах інтенсивної хімізації землеробства Лісостепу правобережного.

Лабораторні аналізи зерна та насіння проводили у сертифікованій лабораторії випробувального центру Вінницької філії державної установи «Інститут охорони ґрунтів України». Визначали вміст нітратів у зерні та насінні польових культур в умовах інтенсивної хімізації землеробства.

**Результати.** Інтенсивні технології вирощування зернових культур – це система агротехнічних заходів, які дають змогу максимально реалізувати генетичний потенціал сортів сільськогосподарських рослин за рахунок застосування сучасних досягнень селекції, землеробства, хімізації та механізації виробничих процесів. У Лісостепу правобережному ними зайнято 40 % площ сільськогосподарських угідь.

Результати дослідження показали, що за інтенсивного рівня хімізації при вирощуванні сільськогосподарських культур, у середньому вміст гумусу в ґрунтах агроєкосистем Лісостепу правобережного складав 2,3–4,4 %, азоту, що легко гідролізується в такому діапазоні – 63,0–98,0 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору – 159–319 мг/кг ґрунту, обмінного калію – 100–239 мг/кг ґрунту, при цьому гідролітична кислотність становила – 0,28–1,60 мг.екв./100 г ґрунту і рН (сольове) – 5,8–6,8.

Фактичний вміст нітратів у зерні пшениці озимої на період збирання, вирощеного в умовах інтенсивної хімізації землеробства, становив 51,30 мг/кг, що у 5,8 разів менше ГДК, у насінні ріпаку озимого – 88,30 мг/кг, що у 3,4 рази менше ГДК, у зерні ячменю

ярого – 91,20 мг/кг, що у 3,3 рази менше ГДК, у вологому зерні кукурудзи – 10,23 мг/кг, що у 29,3 рази менше ГДК, у висушеному зерні кукурудзи – 9,12 мг/кг, що у 32,9 рази менше ГДК, у насінні соняшнику – 131,80 мг/кг, що у 2,3 рази менше ГДК (табл. 1.) [12].

Серед досліджуваного зерна та насіння, найвищий вміст нітратів був виявлений у насінні соняшнику – 131,80 мг/кг. Вміст нітратів у зерні ячменю ярого був на 30,8 % менший, у насінні ріпаку озимого – на 33,1 %, у зерні пшениці озимої – на 61,1 %, у вологому зерні кукурудзи – на 92,2 % та висушеному зерні кукурудзи – на 93,1 %, ніж у насінні соняшнику.

**Таблиця 1. Вміст нітратів у зерні та насінні польових культур в умовах інтенсивної хімізації землеробства, мг/кг на період збирання культур (середнє за 2016–2019 рр.)**

| Назва культури       | Вміст нітратів |     |
|----------------------|----------------|-----|
|                      | факт.          | ГДК |
| Пшениця озима        | 51,30±1,1      | 300 |
| Ріпак озимий         | 88,30±0,5      | 300 |
| Ячмінь ярий          | 91,20±0,4      | 300 |
| Кукурудза (волога)   | 10,23±0,8      | 300 |
| Кукурудза (висушена) | 9,12±0,6       | 300 |
| Соняшник             | 131,80±3,0     | 300 |

Отже, встановлено, що в умовах інтенсивної хімізації землеробства у зерні та насінні польових культур перевищень вмісту ГДК не виявлено.

Основним показником інтенсивності накопичення нітратів у зерні та насінні є коефіцієнт накопичення, який визначається за відношенням вмісту нітратів у зерні та насінні до вмісту легкогідролізованого азоту у ґрунті, на якому вирощувались польові культури. Чим нижчий коефіцієнт накопичення – тим менше нітратів у рослинах [13].

Коефіцієнт накопичення нітратів у насінні ріпаку озимого, вирощеного в умовах інтенсивної хімізації землеробства становив 1,4, у насінні соняшнику – на 7,2 % менше, у зерні ячменю ярого – на 14,3 % менше (табл. 2).

**Таблиця 2. Коефіцієнт накопичення нітратів у зерні та насінні польових культур в умовах інтенсивної хімізації землеробства (2016–2019 рр.)**

| Назва культури | Коефіцієнт накопичення нітратів |
|----------------|---------------------------------|
| Пшениця озима  | 0,7±0,02                        |
| Ріпак озимий   | 1,4±0,1                         |
| Ячмінь ярий    | 1,2±0,1                         |
| Кукурудза      | 0,1±0,01                        |
| Соняшник       | 1,3±0,1                         |

Найнижчий коефіцієнт накопичення нітратів був у зерні кукурудзи – 0,1, що менше, ніж у насінні ріпаку озимого на 92,8 %.

Коефіцієнт небезпечності нітратів виявляється шляхом ділення кількості нітратів у зерні та насінні на гранично допустиму кількість нітратів у зерні та насінні [13].

Коефіцієнт небезпечності нітратів у насінні соняшнику, вирощеного в умовах інтенсивної хімізації землеробства становив 0,4, у зерні ріпаку озимого, та ячменю ярого – на 25,0 % менше, пшениці озимої – на 50 % менше (табл. 3.).

**Таблиця 3. Коефіцієнт небезпечності нітратів у зерні та насінні польових культур в умовах інтенсивної хімізації землеробства (2016–2019 рр.)**

| Назва культури | Коефіцієнт небезпечності нітратів |
|----------------|-----------------------------------|
| Пшениця озима  | 0,2±0,01                          |
| Ріпак озимий   | 0,3±0,01                          |
| Ячмінь ярий    | 0,3±0,01                          |
| Кукурудза      | 0,03±0,01                         |
| Соняшник       | 0,4±0,01                          |

Найнижчий коефіцієнт небезпечності нітратів був виявлений у зерні кукурудзи – 0,03, що на 92,5 % менше, ніж у насінні соняшнику.

Отже, найнижчий коефіцієнт накопичення і коефіцієнт небезпечності нітратів був у зерні кукурудзи, вирощеного в умовах інтенсивної хімізації землеробства.

**Висновки і перспективи.** Отже, за результатами досліджень встановлено, що вміст гумусу у ґрунтах агроєкосистеми Лісостепу правобережного, де вирощували сільськогосподарські культури складав 2,3–4,4 %, азоту, що легко гідролізується – 63,0–98,0 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору – 159–319 мг/кг ґрунту, обмінного калію – 100–239 мг/кг ґрунту, при цьому гідролітична кислотність становила – 0,28–1,60 мг.екв./100 г ґрунту і рН (сольове) – 5,8–6,8.

Виявлено, що фактичний вміст нітратів у зерні пшениці озимої на період збирання, вирощеного в умовах інтенсивної хімізації землеробства був менше ГДК у 5,8, 3,4, 3,3, 29,3, 32,9 та 2,3 рази відповідно. Отже, перевищень вмісту ГДК у зерні та насінні польових культур не виявлено. Найнижчий коефіцієнт накопичення і коефіцієнт небезпечності нітратів був у зерні кукурудзи.

#### Список використаних джерел

1. Запольський А. К., Українець А. Екологізація харчових виробництв. Київ : Вища школа, 2005. 428 с.
2. Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Венедіктов О. М. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. Вінниця : Данилюк В.Г., 2011. 431 с.
3. Дубініна А. А., Малюк Л. П., Селютіна Г. А. Токсичні речовини у харчових продуктах та методи їх визначення. Київ : ВД «Професіонал», 2007. 384 с.
4. Смоляр В. І., Циганенко О. І., Петрашенко І. Нітрати, нітроти та нітрузоаміни у харчових продуктах і раціонах. *Проблеми харчування*. 2007. № 3. URL: [http://medved.kiev.ua/arh\\_nutr/art\\_2007/n07\\_3\\_5.htm](http://medved.kiev.ua/arh_nutr/art_2007/n07_3_5.htm)
5. Дорогунцов С. І. Дорогунцов, К. Ф. Коценко, Хвесик М. А. Екологія. Київ : КНЕУ, 2005. 371 с.
6. Білявський Г. О., Фурдуй Р. С., Костіков І. Ю. Основи екології. Київ : Либідь, 2004. 403 с.
7. Разанов С. Ф., Чернова А. О. Особливості накопичення нітратів у рослинах та їх продукції. *Збірник наукових праць ВНАУ. Збалансоване природокористування – перспектива розвитку суспільства*. 2016. С. 55–56.
8. Гришко В. М. Важкі метали: надходження в ґрунти, транслокація у рослинах та екологічна безпека. Донецьк : Донбас. 2012. 304 с.
9. Ткачук О. П. Ботаніко-морфологічні особливості бобових багаторічних трав залежно від екологічних умов безпокровної сівби. *Вісник Дніпровського державного аграрно-економічного університету*. 2016. № 240. С. 10–13.
10. Ткачук О. П. Використання багаторічних бобових трав для зниження вмісту важких металів у ґрунті. *Збалансоване природокористування*. 2015. № 4. С. 138–140.
11. Мазур В. А., Врадій О. І. Моніторинг забруднення ґрунтів важкими металами науково-дослідної ділянки в НДГ «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету. *Збірник наукових праць ВНАУ. Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 13. С. 16–24.
12. Ткачук О. П., Яковець Л. А., Ватаманюк О. В. Інтенсивність зниження концентрації нітратів у зерні злакових культур залежно від періоду зберігання. *Збалансоване природокористування*. 2018. № 1. С. 173–175.
13. URL: <http://studfiles.net/preview/5722584/page:30/>.

Дата надходження статті до редакції: 04.11.2019  
Рецензування: 29.11.2019 Прийняття в друк: 27.12.2019

**Yakovets L. A.**

Assistant

Vinnytsia National Agrarian University  
Vinnytsia, Ukraine

E-mail: ludmila28334@gmail.com

**PECULIARITIES OF NITRATE CONTENT IN AGRICULTURAL CULTURES GROWN IN THE CONDITIONS OF THE RIGHT BANK FOREST-STEPPE****Abstract**

The data on contamination of grain nitrates and seeds of field crops grown in the forest-steppe conditions of the right bank are given. The danger of contamination of plants with nitrates and their harm in the human body is shown.

According to the results of the studies, it was found that the humus content of the agricultural crops was 2,3–4,4%, of easily hydrolyzing nitrogen – 63,0–98,0 mg / kg of soil, of mobile phosphorus – 159–319 mg/kg of soil, exchangeable potassium – 100–239 mg/kg of soil, with hydrolytic acidity amounting to 0,28–160 mg. equiv/100 g soil and pH (salt) – 5,8–6,8.

It was found that the actual nitrate content of winter wheat grain during the harvesting period under intensive chemical chemistry was 51,30 mg / kg, which is 5,8 times less than MPC, in winter rape seeds – 88,30 mg/kg. which is 3,4 times less than the MPC, 91,20 mg / kg in spring barley, 3,3 times less than the MPC, 10,23 mg/kg in the wet corn, which is 29,3 times less than the MPC, in dried corn grain – 9,12 mg/kg, which is 32,9 times less than the MPC, in sunflower seeds – 131,80 mg / kg, which is 2,3 times less than the MPC.

**Keywords:** nitrates; grain; seeds; pollution; safety.

**References**

1. Zapolskyi, A. K., & Ukrainets, A. (2005). Ekolohizatsiia kharchovykh vyrobnytstv [Ecologization of food production]. Kyiv : Vyscha shkola. [in Ukrainian].
2. Palamarchuk, V. D., Polishchuk, I. S., & Venediktov, O. M. (2011). Systemy suchasnykh intensyvykh tekhnolohii u roslynnystvi [Systems of modern intensive technologies in crop production]. Vinnytsia: Danyliuk V.H. [in Ukrainian].
3. Dubinina, A. A., Maliuk, L. P., & Seliutina, H. A. (2007). Toksychni rechovyny u kharchovykh produktakh ta metody yikh vyznachennia [Toxic substances in food products and methods for their determination]. Kyiv : VD «Profesional». [in Ukrainian].
4. Smoliar, V. I., Tsyhanenko, O. I., Petrashenko, I. (2007). Nitraty, nitryty ta nitrozoaminy u kharchovykh produktakh i ratsionakh [Nitrates, nitrites and nitrosoamines in foods and diets]. *Problemy kharchuvannia*. [in Ukrainian].
5. Dorohuntsov, S. I. Dorohuntsov, K. F. Kotsenko, & Khvesyk M. A. (2005). *Ekolohiia [Ecology]*. Kyiv : KNEU. [in Ukrainian].
6. Biliavskyi H. O., Furdui, R. S., Kostikov I. Y. (2004) *Osnovy ekolohii [Fundamentals of ecology]*. Kyiv : Lybid. [in Ukrainian].
7. Razanov, S. F., & Chernova, A. O. (2016). Osoblyvosti nakopychennia nitrativ u roslynakh ta yikh produktsii [Features of the accumulation of nitrates in plants and their products]. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU. Zbalansovane pryrodokorystuvannia – perspektyva rozvytku suspilstva*, 25, 55–56. [in Ukrainian].
8. Hryshko, V.M. (2012). *Vazhki metaly: nadkhodzhennia v grunty, translokatsiia u roslynakh ta ekolohichna bezpeka [Heavy metals: entry into soils, translocation in plants and environmental safety]*. Donetsk : Donbas. [in Ukrainian].
9. Tkachuk, O.P. (2016). Botaniko-morfologichni osoblyvosti bobovykh bahatorichnykh trav zalezno vid ekolohichnykh umov bezpokryvnoi sivby [Botanical and morphological features of perennial leguminous herbs, depending on the environmental conditions of seedless sowing]. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzh. aharnoekonomichnoho u-tu [Bulletin of Dnipropetrovsk State Agrarian-Economic University]*, 240, 10–13 [in Ukrainian].
10. Tkachuk, O. P. (2015). Vykorystannia bahatorichnykh bobovykh trav dlia znyzhennia vmistu

vazhkykh metaliv u hrunti [Use of perennial leguminous herbs to reduce the content of heavy metals in the soil]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia [Balance Nature Challenger]*, 138–140 [in Ukr].

11. Mazur, V. A., & Vradii, O. I. (2019). Monitorynh zabrudnennia gruntiv vazhkymy metalamy naukovo-doslidnoi dilianky v NDH «Ahronomichne» Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Monitoring of soils pollution by heavy metals in scientific and research plot in the Educational and Research Farm «Agronomichne» of the Vinnitsia National Agrarian University]. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo*, 13, 16–24. [in Ukr].

12. Tkachuk, O. P., Yakovets, L. A., & Vatamaniuk, O. V. (2018). Intensyvnist znyzhennia kontsentratsii nitrativ u zerni zlakovykh kultur zalezho vid periodu zberihannia [Intensity of reducing the concentration of nitrates in cereal crops depending on the storage period]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*, 1, 173–175. [in Ukr].

13. URL: <http://studfiles.net/preview/5722584/page:30/>.

*Received 11/04/2019*

*Revision 11/29/2019 Accepted November 12/27/2019*