

УДК: 546.4+546.23:504.7 (504.7)

## РЕГІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ТА СЕЛЕНУ В КОМПОНЕНТАХ БІОСФЕРИ РІЗНИХ ЗОН ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**Макаріхіна І.В., Тарасенко Л.О.**  
*Одеський державний аграрний університет*

*Робота присвячена оцінці рівня забруднення важкими металами ґрунтів, які використовуються при вирощуванні кормових рослин для потреб продуктивного птахівництва в Одеській області. Підкреслюється, що моніторинг вмісту важких металів у ґрунтах є важливим елементом забезпечення оптимальних продуктивних властивостей птиці. На нашу думку, є необхідним збагачення кормів, що використовуються у інтенсивному сільському господарстві препаратами, які здатні зменшувати ймовірний несприятливий вплив важких металів.*

**Ключові слова:** важкі метали, ґрунт, птахівництво, зоогігієна

Ґрунт - відкрита підсистема в геохімічному ландшафті, потоки речовин та енергії в якій пов'язані із приземною атмосферою, з рослинністю, з поверхневими та ґрунтовими водами. Ґрунти регулюють процеси міграції речовин у ландшафтах, виявляючи буферність у відношенні до забруднюючих речовин [1].

Значна частина елементів, потрапляючи на поверхню ґрунтів з техногенними потоками, затримуються у поверхневому горизонті ґрунтів. Склад та кількість затриманих елементів залежать від вмісту та складу гумусу, кислотно-лужних, а також окислювально-відновлювальних умов, сорбційної здатності, інтенсивності біологічного поглинання. Більшість елементів проникають у ґрунтові товщі при низхідному стоці ґрунтової вологи, а також механічним шляхом за рахунок діяльності ґрунтової фауни [1, 2].

Оцінка рівня еколого-гігієнічної безпеки ґрунту, залежить від фізико-хімічних властивостей і рівня забруднення ксенобіотиками ґрунту, формується хімічний склад продуктів харчування рослинного і тваринного походження; детермінується токсикологічна і радіаційна безпека води поверхневих і підземних джерел господарсько-питного водопостачання [1, 3]. Ґрунт має величезне ендемічне значення, аномальний природний хімічний склад ґрунту в антропогенних та природних геохімічних провінціях є причиною виникнення і локального розповсюдження ендемічних хвороб, в тому числі ендемічного флюорозу і карієсу, ендемічного зобу, копитної хвороби, молібденової подагри, урівської хвороби або хвороби Кашина-Бека, хвороби Кешана, селенозу, борного ентериту, ендемічної нефропатії тощо [3, 4].

Одеська область відрізняється надзвичайною різноманітністю геохімічних умов, складною транспортною мережею, існуванням розвинутої агропромислової та індустріальної інфраструктури. Через територію області проходить глибинний геологічний розлам, що визначає геохімічні аномалії на території Савранського, Любашівського, Миколаївського, Березовського та Комінтернівського районів. У південно-західній частині області знаходиться Чадирлунгська зона глибинних насувів, що охоплює територію Болградського,

Тарутинського, Саратського та Арцизького районів. Втім, моніторинг санітарного стану ґрунтів проводиться за точками, встановленими ще у 70-х роках минулого сторіччя та не враховує потреб оцінки потенційного впливу вмісту важких металів (ВМ) на продукцію птахівництва.

Метою роботи є оцінка рівня забруднення важкими металами ґрунтів, які використовуються для вирощування кормових рослин для потреб продуктивного птахівництва в Одеській області.

**Матеріали та методи досліджень.** Дослідження проведене протягом 2007-2010 рр. у районах Одеської області. Для більш об'єктивного судження про кількісне співвідношення сполук ВМ в ґрунтах різних районів Одеської області, ми їх умовно поділили на три зони: північну (П) – об'єднує Савранський, Кодимський, Балтський, Котовський, Ананьївський, Любашівський, Фрунзівський, Ширяєвський та Миколаївський райони; центральну (Ц) – Іванівський, Біляївський, Роздільнянський, Комінтернівський, Березівський, Овідіопільський, Велико-Михайлівський райони; південну (Пд) – Татарбунарський, Арцизький, Білгород-Дністровський райони, Ренійський, Кілійський, Ізмаїльський, Тарутинський, Болградський райони.

Проби ґрунту у контрольних точках відбиралися “методом конверту” на прямокутних чи квадратних ділянках розміром 10х20 чи більше метрів. У кожній з п'яти точок “конверта” відбирали 1 кг ґрунту на глибину 20 см. З відібраних зразків готували середню пробу масою 1 кг [5]. Всього було відібрано 540 проб, з яких 20 – на території сільгоспугідь спеціалізованого птахівницького комплексу ВАТ «Новопетровське» Великомихайлівського району Одеської області.

Проби ґрунту підлягали дослідженню на вміст свинцю, ртуті, міді, кадмію, марганцю, нікелю і цинку методом інверсійної вольтамперометрії. Маса середнього зразку, взятого для аналізу при мінералізації складала 0,5 г, кінцевий об'єм мінералізату – 5 мл. Визначення вмісту важких металів в мінералізатах виконували вольтамперометричним методом за допомогою приладу «АВА-2» виробництва ВНТП «Буревісник» (м. Санкт-Петербург, Російська федерація) [6].

Статистична обробка одержаних результатів проводилася за допомогою параметричних і непараметричних методів аналізу таблиць спряженості. Відмінності вважали статистично достовірними при  $p < 0,05$ .

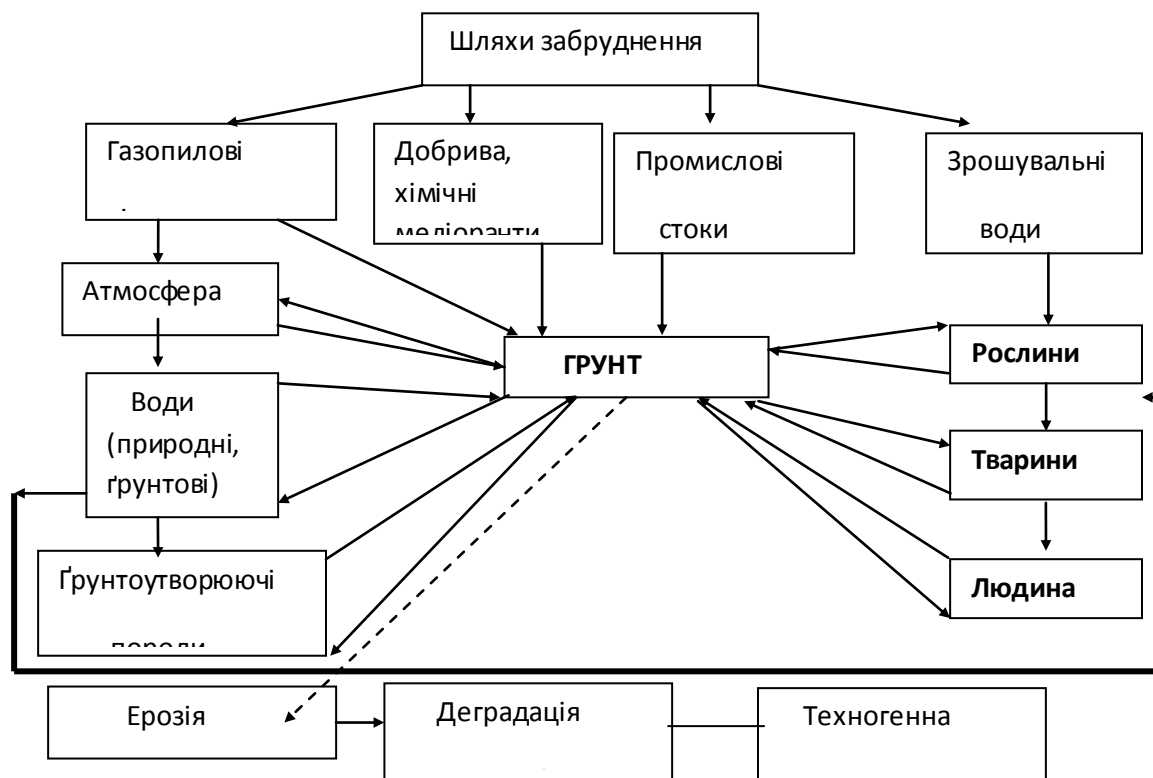
**Результати досліджень.** Проведені дослідження показали, що для Одеської області є характерним невисокий вміст важких металів у ґрунті. З одного боку це свідчить про низький рівень небезпеки токсичного ураження та біоаккумуляції ВМ у рослинах, з іншого – є доказом можливості розвитку гіпомікроелементозів [4, 7]. Крім того, за результатами дослідження видно, що в Одеській області найбільш високі рівні забруднення ґрунту обумовлені переважно свинцем, міддю і цинком. Не можна виключати і їх комбінованого впливу на здоров'я населення спільно із іншими токсичними мікроелементами. При аналізі територіального розподілу концентрацій токсичних мікроелементів по районах області встановлено, що найбільш низьким рівнем токсикологічної безпеки за цими показниками відрізняються Іванівський, Біляївський,

Ізмаїльський, Савранський, Тарутинський і Овідіюпільський райони. Дані про фоновий вміст сполук ВМ в ґрунтах Одеської області представлені у табл. 1. Більш високий вміст міді у ґрунтах південних районів Одеської області ( $2,3 \pm 0,3$  мг/кг) пояснюється поширенням виноградарства, в якому у якості пестициду широко використовують сульфат міді (мідний купорос). З іншого боку, більш високі значення вмісту інших важких металів у центральних районах Одеської області пояснюється потужною транспортною інфраструктурою та близькістю до обласного центра. Втім, статистично значущих відмінностей за показниками, що аналізувалися, нами знайдено не було ( $p > 0,05$ ). Наведені результати свідчать, що у ґрунтах прилеглих до індустріальних центрів, у значній кількості накопичуються свинець, кадмій, цинк, ртуть, марганець, нікель, мідь та інші важкі метали. У цих районах неминує відбувається деградація ґрунтів, знижується рівень їхньої родючості, відбувається інтенсивна транслокація металів з ґрунтів у рослини. Процеси проникнення та трансформації важких металів у ґрунтах представлені на рис. 1.

Таблиця 1

Вміст сполук ВМ та селену в ґрунтах окремих зон регіону (мг/кг)

| Досліджувані елементи, мг/кг |          | Північна зона (П) | Центральна зона (Ц) | Південна зона (Пд) | Середньо-обласні значення |
|------------------------------|----------|-------------------|---------------------|--------------------|---------------------------|
| Кадмій                       | фактичне | $0,16 \pm 0,005$  | $0,21 \pm 0,007$    | $0,17 \pm 0,006$   | $0,18 \pm 0,006$          |
|                              | ГДК      | 2,0               |                     |                    |                           |
| Мідь                         | фактичне | $1,3 \pm 0,2$     | $1,5 \pm 0,2$       | $2,3 \pm 0,3$      | $1,8 \pm 0,15$            |
|                              | ГДК      | 3,0               |                     |                    |                           |
| Свинець                      | фактичне | $11,1 \pm 1,2$    | $15,6 \pm 0,5$      | $10,8 \pm 0,7$     | $12,4 \pm 0,8$            |
|                              | ГДК      | 30,0              |                     |                    |                           |
| Цинк                         | фактичне | $5,8 \pm 0,7$     | $11,4 \pm 0,9$      | $9,1 \pm 0,9$      | $8,8 \pm 1,1$             |
|                              | ГДК      | 23,0              |                     |                    |                           |
| Ртуть                        | фактичне | $0,098 \pm 0,001$ | $0,0122 \pm 0,002$  | $0,0108 \pm 0,001$ | $0,0108 \pm 0,001$        |
|                              | ГДК      | 2,1               |                     |                    |                           |
| Селен                        | фактичне | $0,33 \pm 0,03$   | $0,36 \pm 0,04$     | $0,34 \pm 0,03$    | $0,35 \pm 0,03$           |
|                              | ГДК      | 3,0               |                     |                    |                           |
| Марганець                    | фактичне | $12,2 \pm 1,2$    | $16,3 \pm 1,6$      | $15,1 \pm 1,7$     | $14,7 \pm 1,7$            |
|                              | ГДК      | 1500,0            |                     |                    |                           |
| Хром                         | фактичне | $0,32 \pm 0,02$   | $0,61 \pm 0,03$     | $0,44 \pm 0,05$    | $0,41 \pm 0,04$           |
|                              | ГДК      | 6,0               |                     |                    |                           |
| Нікель                       | фактичне | $0,66 \pm 0,15$   | $0,77 \pm 0,11$     | $0,69 \pm 0,12$    | $0,72 \pm 0,12$           |
|                              | ГДК      | 4,0               |                     |                    |                           |



**Рис. 1** Процеси проникнення та трансформація важких металів у ґрунтах

Слід зазначити, що інтенсивність накопичення сполук ВМ та селену від фізико-хімічних якостей різних типів ґрунтів представлено в таблиці 2. Як видно з наведеної таблиці, найвища концентрація сполук важких металів міститься у чорноземі ( $0,21 \pm 0,02$  мг/кг кадмію,  $2,0 \pm 0,3$  мг/кг міді,  $13,6 \pm 0,6$  мг/кг свинцю,  $9,5 \pm 0,5$  цинку,  $0,38 \pm 0,05$  мг/кг селену), але це надзвичайно малі концентрації порівняно з ГДК. Статистичні відмінності за вмістом важких металів між чорноземними та іншими ґрунтами, обумовлені тим, що чорноземи характеризуються великим вмістом мікроорганізмів, гумусу, що сприяє зменшенню вмісту мінеральних комплексів, які мають низьку розчинність та низьку сорбцію, а тому слабку фітотоксичність. З іншого боку, інтенсивні агрокультурні технологічні процеси обумовлюють більше високе антропогенне навантаження насамперед на чорноземні ґрунти.

Таблиця 2

## Вміст сполук важких металів в пробах ґрунту в залежності від їх фізико-хімічного складу

| Тип ґрунту |                       | фізичні властивості | Хімічний склад, мг/кг |              |               |              |               |
|------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
|            |                       |                     | Cd                    | Cu           | Pb            | Zn           | Se            |
| піщані     | Об'єм пор, %          | 40                  | 0,11<br>±0,01         | 1,2<br>±0,3  | 9,9<br>±0,6   | 6,7<br>±0,7  | 0,29<br>±0,03 |
|            | Вологопроникність, мм | 1-15                |                       |              |               |              |               |
|            | Капілярність, см      | 4-5                 |                       |              |               |              |               |
|            | Вологоємність, %      | 8                   |                       |              |               |              |               |
| чорнозем   | Об'єм пор, %          | 50                  | 0,21<br>±0,02*        | 2,0<br>±0,3* | 13,6<br>±0,6* | 9,5<br>±0,5* | 0,38<br>±0,05 |
|            | Вологопроникність, мм | 11-25               |                       |              |               |              |               |
|            | Капілярність, см      | 5-10                |                       |              |               |              |               |
|            | Вологоємність, %      | 50                  |                       |              |               |              |               |
| глинисті   | Об'єм пор, %          | 50                  | 0,16<br>±0,02         | 1,7<br>±0,3  | 12,6<br>±0,7  | 8,6<br>±0,7  | 0,34<br>±0,04 |
|            | Вологопроникність, мм | 11-50               |                       |              |               |              |               |
|            | Капілярність, см      | 5-15                |                       |              |               |              |               |
|            | Вологоємність, %      | 70                  |                       |              |               |              |               |

Примітка: \* - відмінності є статистично достовірними ( $p < 0,05$ )

Це підвищує значення впровадження агротехнологій, здатних мінімізувати антропогенний вплив на ґрунт. Загалом, забруднення сільськогосподарських угідь ВМ змінило акценти у визначенні цільової функції продукційного процесу рослин. Якщо раніше це було досягнення найвищих врожаїв, то за умов погіршення екологічної якості довкілля не менш значимою стала необхідність досягти задовільної чистоти продуктів харчування.

У господарствах, які функціонують на промисловій технології з виробництва пташиного м'яса та харчових яєць чітко визначені технологічний вихід та вхід, що дозволяє прослідкувати за напрямом міграційних процесів сполук важких металів в окремих їх частинах. Тому, дослідження вмісту важких металів та селену в кормах, воді та ґрунті спрямовані на з'ясування ролі окремих компонентів в цьому міграційному процесі. Ґрунти ВАТ «Новопетровське» Велико-Михайлівського району Одеської області мало відрізняються від середньообласних значень. Зокрема вміст у ґрунті селену складає 240-595 мкг/кг (в середньому  $410 \pm 44,4$  мкг/кг), що дещо вище середньообласних значень –  $350,0 \pm 32,4$  мкг/кг, але ці відмінності не є статистично достовірними ( $p < 0,05$ ). Вміст кадмію у ґрунті сільгосппідприємства складав в середньому  $0,15 \pm 0,01$  мг/кг, міді –  $0,9 \pm 0,01$  мг/кг, свинцю -  $11,8 \pm 1,5$  мг/кг, цинку –  $7,4 \pm 0,6$  мг/кг, тобто в жодному випадку перевищення ГДК за вмістом важких металів не спостерігалось. Втім, зважаючи на можливість ефекту сумачії, загальний ризик від сполученої дії важких металів є відносно високим –  $K=1,12$ .

### Висновки

1. Більш високий вміст міді у ґрунтах південних районів Одеської області ( $2,3 \pm 0,3$  мг/кг) пояснюється поширенням виноградарства, в якому у якості пестициду широко використовують сульфат міді (мідний купорос).

2. У ґрунтах прилеглих до індустріальних центрів, у значній кількості накопичуються свинець, кадмій, цинк, ртуть, марганець, нікель та мідь, у цих районах неминуче відбувається деградація ґрунтів, знижується рівень їхньої родючості, відбувається інтенсивна транслокація металів з ґрунтів у рослини.
3. Статистичні відмінності за вмістом важких металів між чорноземними та іншими ґрунтами, обумовлені тим, що чорноземи характеризуються великим вмістом мікроорганізмів, гумусу, що сприяє зменшенню вмісту мінеральних комплексів, які мають низьку розчинність та низьку сорбцію, а тому слабку фітотоксичність.
4. Ґрунти ВАТ «Новопетровське» Велико-Михайлівського району Одеської області мало відрізняються від середньообласних значень, тобто в жодному випадку перевищення ГДК за вмістом важких металів не спостерігалось.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Исидоров В.А. Введение в химическую экотоксикологию. / В.А. Исидоров М., Химиздат – 1999 – 141 с.
2. Гончарук Е.И. Гигиеническое нормирование химических веществ в почвах. / Е.И. Гончарук, Т.И. Сидоренко М.: Медицина, 1986 - 304 с.
3. Засипка Л.Г. Еколого-гігієнічна безпека ґрунту в Одеській області. / Л.Г. Засипка, А. М. Кільдишова, Л. В. Болотнікова // Актуальні проблеми транспортної медицини. — 2009. — № 1 (15). — С. 145–149.
4. Давыдова С.Л. Тяжелые металлы как супертоксиканты XXI века. / С. Л. Давыдова, В. И. Тагасов М., изд-во РУДН – 2002 – 140 с.
5. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. МУ 2.1.7.730-99
6. Электроаналитические методы в контроле окружающей среды / Р. Кальвода, Я. Зыка, К-Штулик и др. / пер. с англ. Под ред. Е. Я. Неймана. —М.: Химия, 1990. —240 с.
7. Скальный А.В. Микроэлементы и здоровье. / А.В. Скальный, А.Т. Быков, Г.В. Яцык М., 2002 - 133 с.

### ***Тарасенко Л.А., Макарихина И.В. Региональные особенности накопления тяжелых металлов и селена в компонентах биосферы различных зон Одесской области.***

Целью работы является оценка уровня загрязнения тяжелыми металлами почв, которые используются для выращивания кормовых культур с целью ведения продуктивного птицеводства в Одесской области. Подчеркивается тот факт, что мониторинг содержания тяжелых металлов в почвах является одним из главных элементов обеспечения оптимальных продуктивных возможностей птицы. На наш взгляд, является необходимым обогащение кормов, которые используются в ведении интенсивного сельского хозяйства, препаратами предназначенными для уменьшения вероятности отрицательного влияния тяжелых металлов.

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, почва, птицеводство, зоогигиена.

### ***Tarasenko L.O., Makarikhina I.V.. Regional features of accumulation heavy metals and selenium in components of biosphere of various zones of the odessa area.***

*The study was aimed to assess the level of the contamination of soils using for poultry forage plantation with heavy metals. The importance of the monitoring on soil contamination was underlined as an important element of the maintenance of the optimum productive capabilities of poultry keeping. The author urged the necessity of the fortification of poultry forage with the preparations which are able to decrease the possible unfavorable impact of heavy metals.*

**Key words:** heavy metals, soil, aviculture, zoohygiene.