

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет лісового господарства та екології  
Кафедра екології

Кваліфікаційна робота  
на правах рукопису

Басанська Вікторія Едуардівна

УДК \_\_\_\_\_

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА НАСЛІДКІВ ЗАБРУДНЕННЯ СВИНЦЕМ ТА  
ІНШИМИ ПОЛЮТАНТАМИ СЕРЕДОВИЩА ІСНУВАННЯ  
ВОДОПЛАВНИХ ПТАХІВ

101 Екологія

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр  
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.  
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на  
відповідне джерело

В.Е.Басанська

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_  
(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир - 2023

## **АННОТАЦІЯ**

Басанська В.Е. Екологічна оцінка наслідків забруднення свинцем та іншими поліютантами середовища існування водоплавних птахів. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття наукового ступеня магістра за спеціальністю 101 – екологія. – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

Зміст анотації: Кваліфікаційна робота містить 35 сторінок, 4 таблиці, рисунок. Список використаних джерел налічує 35 позицій.

Об'єктом дослідження є наслідки забруднення свинцем та іншими поліютантами середовища існування птахів.

Мета дослідження полягала у вивченні забруднення водно-болотних угідь важкими металами і отруєнь у водоплавних птахів свинцевим дробом.

В Розділі 1 наведено аналітичний огляд літератури за темою кваліфікаційної роботи; в Розділі 2 – програма, методика та характеристика предмету дослідження; в Розділі 3 – представлені результати експериментальних досліджень.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ВОДОПЛАВНІ ПТАХИ, ВАЖКІ МЕТАЛИ, ВОДНО-БОЛОТНІ УГІДДЯ.

## **SUMMARY**

Basanska V.E. Ecological assessment of the consequences of contamination by lead and other pollutants in the habitat of waterfowl. - Qualification work on manuscript rights.

Qualification work for obtaining a master's degree in the specialty 101 - ecology. – Polis National University, Zhytomyr, 2023.

Content of the abstract: The qualification paper contains 35 pages, 4 tables, figures. The list of used sources includes 35 items.

The object of the study is the consequences of lead pollution and other pollutants in the habitat of birds.

The purpose of the study was to study the pollution of wetlands by heavy metals and the poisoning of waterfowl by lead shot.

Chapter 1 provides an analytical review of the literature on the topic of qualification work; in Section 2 – the program, methodology and characteristics of the research subject; Section 3 presents the results of experimental studies.

**KEY WORDS: WATER BIRDS, HEAVY METALS, WETLANDS.**

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>	<b>5</b>
<b>РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ</b>	<b>8</b>
<b>РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ</b>	<b>10</b>
2.1. Програма проведення досліджень	10
2.2. Методика проведення досліджень	10
2.3. Характеристика умов дослідження	11
<b>РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА НАСЛІДКІВ ЗАБРУДНЕННЯ ВСИНЦЕМ ТА ІНШИМИ ПОЛЮТАНТАМИ СЕРЕДОВИЩА ІСНУВАННЯ ПТАХІВ</b>	<b>13</b>
3.1. Важкі метали та мікроелементи в тілі водних і навколоводних птахів	13
3.2. Свинцевий дроб у водно-болотних угіддях	21
3.3. Шрот в тілі качок	22
<b>ВИСНОВКИ</b>	<b>29</b>
<b>ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ</b>	<b>31</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	<b>32</b>

## ВСТУП

**Актуальність дослідження.** Полювання на диких звірів та птахів – одна з найдревніших форм господарської діяльності людини, яка забезпечує її основними засобами існування. З розвитком людського суспільства змінилася роль полювання. Вона все більше втратила роль основного заняття. Проте мисливський промисел в сучасних умовах дозволяє отримати хутро, м'ясо, жир, пір'я, пух та іншу продукцію, а також сировину для фармацевтичної промисловості. Останнім часом поряд з використанням полювання для отримання товарної продукції більшого значення набувають любительське, спортивне полювання та мисливський туризм.

Проте прогресуюче техногенне забруднення навколишнього природного середовища несе загрозу екологічній безпеці для мисливських тварин та людини. В тварин відбувається зниження життєздатності, плодючості та стійкості до хвороб.

Суттєвий вклад у забруднення навколишнього середовища та мисливської продукції в окремих регіонах має застосування мисливцями свинцевого дробу.

На небезпеку свинцевих отруень водоплавних птахів вперше звернув увагу наприкінці XIX століття американець Г. Гриноль. Свинцевий дроб ускладнює екологічну ситуацію в місцях полювання, забруднюючи їх свинцем. Усвідомлення зростаючої екологічної небезпеки, яка пов'язана із застосуванням свинцевого дробу, породило дискусію про заборону її застосування.

Таким чином, вивчення впливу техногенного забруднення середовища існування мисливських тварин і екологічних наслідків, пов'язаних із застосуванням свинцевого дробу у водно-болотних біотопах є актуальним.

**Об'єкт дослідження** – наслідки забруднення свинцем та іншими поллютантами середовища існування птахів.

**Предмет дослідження** – водно-болотні угіддя, водоплавні птах, важкі метали.

**Мета та завдання дослідження.** *Метою* роботи було вивчення забруднення водно-болотних угідь важкими металами і отруєнь у водоплавних птахів свинцевим дробом.

**Завдання дослідження:**

1. Визначити вміст полютантів і есенціальних елементів в тілі качок, які осіло зимують в Житомирській області.
2. Вивчити особливості акумуляції хімічних елементів внутрішніми органами і перами різних видів качок, які розвиваються у слабо забруднених водоймах.
3. Визначити структуру забруднення свинцем водойм, на яких проводиться полювання на водоплавних птахів.
4. Встановити ймовірність заковтування качками дроби в період проведення осіннього полювання на них.
5. Простежити динаміку акумуляції свинцю та кадмію в різних частинах тіла і перах качок після заковтування дроби.
6. Визначити рівні забруднення полютантами жирового покриття пер качок, які мешкають у водоймах, що різняться по забрудненості.

**Наукова новизна.** Вперше встановлено зв'язок між масою свинцю, що знаходиться в травному тракті качок, та акумуляцією цього елемента різними органами. Встановлений зв'язок між акумуляцією хімічних елементів в перах, їх жировим покриттям і середовищем існування. Встановлена різниця в накопиченні полютантів і есенціальних елементів різними видами качок, що розвиваються у водоймах з невисоким забрудненням важкими металами. Визначена ймовірність заковтування качками дроби в періоди осіннього полювання і забруднення нею водно-болотних угідь. Встановлена висока варіабельність забруднення тіла, які пролітають навесні над територією Житомирської області до місць гніздування.

**Практичне значення роботи.** Встановлені рівні зв'язку між забрудненням середовища існування і тіла водних, навколводних видів птахів. Визначені

екологічні наслідки використання в процесі полювання на водоплавну дичину свинцевого дробу. Встановлені закономірності його акумуляції різними частинами тіла і органами качок, що заковтнули дроб. Показана можливість використання жирового покриття пер водоплавних птахів для визначення вмісту поллютантів і есенціальних в їх тілі та середовищі існування, що вносить вклад в удосконалення системи екологічного моніторингу.

**Положення, що виносяться на захист:**

1. Тіло осіло-зимуючих качок відрізняється високим забрудненням важкими металами, що залежить від стану водойми.
2. Акумуляція перами качок поллютантів і есенціальних елементів значною мірою пов'язано з їх вмістом у жирових виділеннях.
3. Різні частини тіла та внутрішні органи птахів, які мешкають в однакових водоймах, відрізняються за акумуляцією поллютантів та есенціальних елементів.
4. Качки різних видів, які розвиваються в одних і тих же водоймах, акумулюють неоднакову кількість хімічних елементів.
5. Заковтування свинцевого дробу качками в межах Житомирської області має невисоку ймовірність.
6. Акумуляція дробу на дні водойми сприяє їх заростанню.
7. Вміст солей свинцю у донних відкладах водойм зменшується з віддаленням від берега, що пов'язано з дальністю розлітання дробу.
8. Під час заковтування дробу свинець швидко (впродовж декількох днів) поширюється в тілі птахів.

## РОЗДІЛ 1

### АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

В багатьох країнах водоплавні птахи були і лишаються важливим об'єктом спортивного та промислового полювання. В деяких регіонах значення їх різко зросло. Так, наприклад, в Прибалтиці відсоток водоплавних птахів у загальному улові мисливців збільшився з 68 до 96%. За запасами водоплавних птахів Україна займає третє місце. Їх чисельність на гніздуванні оцінюється в 30-40 млн особин, а перед початком осіннього сезону – 120-130 млн особин; щорічно добувається понад 30 млн штук. На першому місці за уловами стоять крижень, чирянки, лиски. Водоплавні птахи добуваються в нашій країні виключно в процесі збройного полювання.. відлов їх за допомогою сіток і пасток іншого типу застосовуються лише в окремих країнах і в обмеженій кількості [3,4,9,21,32].

Щороку в світі декілька мільйонів мисливців використовують для полювання на водоплавних птахів понад 6 т свинцевого дробу, яка є високотоксичною речовиною. Інтенсивне полювання в густо населених районах Західної Європи і Північної Америки призводить до значного заротсання водойм свинцевим дробом, тобто забрудненню їх свинцем. Так, на окремих водоймах Данії та США концентрація дробу вже досягає в середньому 0,94-4,36 шт./м дна, максимальна – до 20 тис. дробинок/м, причому 66,5% всього дробу міститься у верхньому п'яти сантиметровому шарі ґрунту. Це призводить до того, що дикі качки, гуси, лебеді і лиски заковтують дроб під час годівлі на мілководді, внаслідок чого настає отруєння їх свинцем, часто зі смертельними випадками [11,15,21,34,35].

Синдром свинцевого отруєння і його симптоми добре відомі і різко виражені навіть зовні. Воно супроводжується зниженням кормової активності, втратою маси тіла, проносом, настає парез, атрофія грудної мускулатури, м'язовий тремор, летаргія, анемія, враження нервової системи, особливо блукаючого нерву.

При високій концентрації свинцю має місце ерозія вистилки м'язового шлунку, стінки його забарвлюються в характерний зелений колір, що помітно під час розтину. Концентрація свинцю в окремих органах у деяких птахів може бути дуже високою і досягає, наприклад у крякві у печінці 40,5 мг/кг маси птаха, в нирках – до 58,2 мг/кг, в канадської казарки в печінці – 102, в нирках – 125, в мускулатурі грудей – 6 мг/кг, в лебедя-шипуну в печінці – 12-77, в середньому 33, в нирках – 34-41 в середньому 77 мг/кг маси тіла. У трубчастих кістках в різних видів водоплавних птахів концентрація свинцю виявлена від слабких слідів – 0,05 мг/кг до 345 мг/кг. В таких випадках птахи гинуть [7,9,10,15,18].

Масштаби свинцевого отруєння водоплавних птахів в країнах Західної Європи і Північній Америці місцями досить великі, що приносить значну шкоду для ресурсів птахів. В Данії свинцеве отруєння стало однією із причин смертності крякві. Враженість свинцем крякв досягає 20%, а лебедя-шипуну – 22%. В Англії від свинцевого отруєння щороку гинуть понад 8 тис. крякв. У деяких штатах США по цій причині щороку гине декілька десятків тисяч водоплавних птахів. В Норвегії проблема свинцевого отруєння птахів поки не стоїть так гостро, проте випадки загибелі птахів відомі. В Австралії дроб в шлунках качок трапляється вкрай рідко, проте місцями виявлено високий вміст свинцю в тканинах тіла, зараженість досягає 6,2 – 19% [1-8,12,16,26,28,32].

**Висновок до Розділу 1.** Отруєння водоплавних птахів свинцем на водоймах через заковтування з дна водойм свинцевого дробу і свинцевих риболовецьких грузил є сьогодні широко розповсюдженою неінфекційною хворобою, від якої щороку гинуть десятки і сотні тисяч птахів. Ці захворювання антропогенного походження можуть бути повністю попереджені шляхом прийняття законодавчих та нормативних актів, перш за все через заборону застосування токсичного свинцевого дробу під час полювання на водоймах і заміні її нетоксичними замінниками, перш за все сталевим дробом. Це передбачено міжнародною Угодою про охорону афро-європейських мігруючих птахів, підписане Україною.

## РОЗДІЛ 2

### ПРОГРАМА, МЕТОДИКА ТА УМОВИ ПРОВДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 2.1. Програма проведення дослідження

Програма дослідження передбачала:

1. Дослідити та вміст поллютантів і есенціальних елементів в тілі качок, які осіло в Житомирській області.
2. Дослідити особливості акумуляції хімічних елементів внутрішніми органами і перами різних видів качок, які розвиваються у слабо забруднених водоймах.
3. Дослідити структуру забруднення свинцем водойм, на яких проводиться полювання на водоплавних птахів.
4. Оцінити наслідки заковтування качками дробу в період проведення осіннього полювання на них.
5. Дослідити динаміку акумуляції свинцю та кадмію в різних частинах тіла і перах качок після заковтування дробу.
6. Дослідити рівні забруднення поллютантами жирового покриття пер качок, які мешкають у водоймах, що різняться по забрудненості.

#### 2.2. Методика проведення дослідження

Кваліфікаційна робота включає польові та лабораторні дослідження. Польові дослідження виконувалися на території Житомирської області. Лабораторні дослідження проводили в Аналітичній лабораторії екологічного моніторингу (м. Київ). Предметом дослідження були водоплавні птахи та місця їх існування. В залежності від задач дослідження птахів відловлювали або відстрілювали. У тих випадках, коли птахів вилучали в періоди їх літніх та осінніх міграцій, відмічалися місця відстрілу і сезону року. У всіх випадках визначали таксономічну належність птахів. У випадку відбору птахів із водойми (місць

гніздування або тимчасового перебування) проводили відбір проб води і донних відкладів.

В дослідах щодо впливу заковтування або поранення птахів дробом їх утримували в спеціальних вольєрах. Вольєри для утримання птахів являли собою великі клітки розмірами 3,0x2,0x2,5 м. Підлога поєднувала дерев'яний настил із ґрунтом, яка засипалася річковим піском. В якості корму птахи споживали пшеницю крупного помолу. В таких випадках утримували піддослідних качок. Їх препарували, брали проби тканин та органів, які зберігали в 70%-му спирті.

Визначення важких металів і мікроелементів проведено атомно-абсорбційним методом. Для цього використовували спектрометр КВАНТ. Підготовку зразків (мініралізацію) проводили в модулях автоклавові системи МКП-04. Мініралізацію проб проводили сумішшю азотної кислоти і перекису водню в герметично замкненому об'ємі аналітичного автоклаву під впливом підвищеної температури і тиску. Отриманий мініралізатор переводиться на необхідний об'єм депонізованою водою. Управління спектрометром, обробка результатів аналізу, відображення і зберігання інформації проводили на персональному комп'ютері, який входив у комплект спектрометра з програмним забезпеченням QUANT ZEEMAN 1.6.

### **2.3. Характеристика умов проведення дослідження**

Житомирська область розташована в центральній частині Полісся. Площа області 29,8 тис. км<sup>2</sup>.

Область розташовується в межах двох ґрунтово-кліматичних зон – зони Лісостепу (на півдні області) та Полісся (на півночі області).

Територією області протікає 2822 річки. Загальна довжина 13,7 тис. км. Великі річки відсутні, середніх вісім річок: Случ, Тетерів, Ірша, Уж, Уборть, Ствига, Словечна та Ірпінь. Загальна довжина в межах області – 999,6 км.

На території області знаходиться п'ятдесят чотири водосховища, об'єм яких понад 1 млн. м<sup>3</sup>, загальна площа водосховищ - 7,72 тис. га, загальний об'єм

175,141 млн.м<sup>3</sup>, а також 1826 ставків сумарною площею 11,975 тис. га та об'ємом 151,237 млн. м<sup>3</sup> [14].

Для області характерний помірно-континентальний. Найхолодніший місяць (січень) має середню багаторічну температуру – +19...+22<sup>0</sup>С, найтепліший (липень) +34...+35<sup>0</sup>С.

В 2021 році відмічалися перевищення норми температурного режиму в більшості місяців.

Опади впродовж року розподілялися нерівномірно. За даними аналізу достатня їх кількість відмічалась у холодну пору року, влітку ж - спостерігалась значна нестача дощів. В цілому їх сума за рік була обмеженою проти норми -424-586 мм , або 65-88 % від стандартної кількості [14].

### РОЗДІЛ 3

## ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА НАСЛІДКІВ ЗАБРУДНЕННЯ СВИНЦЕМ ТА ІНШИМИ ПОЛЮТАНТАМИ СЕРЕДОВИЩА ІСНУВАННЯ ВОДОПЛАВНИХ ПТАХІВ

### 3.1. Важкі метали та мікроелементи в тілі водних і навколоводних птахів

*Осіло-зимуючий крижень звичайний (Anas platyrhynchos)*. Інтенсивне проникнення крижня в антропогенні ландшафти пов'язано з наявністю в них незамерзаючих водойм. Збільшенню чисельності качок сприяв випуск мисливських птахів, які вирощуються в мисливських господарствах. Їх генетичне змішування з дикими формами розширює діапазон спадкової мінливості і прискорює набуття адаптації до нових умов існування.

Нами простежена залежність між вмістом полютантів і есенціальних елементів в оперенні і тілі крижня, що зимує в антропогенних ландшафтах, які відрізняються рівнем техногенного забруднення. Окрім того, зроблено порівняльний аналіз органів і частин тіла, які відрізняються за акумуляцією важких металів та інших елементів.

Встановлено, що вода у водоймах відлову качок суттєво різнилася за вмістом полютантів. Найбільшим вмістом свинцю відрізнялися водойми поблизу смт. Чуднів, що пов'язано з близьким розташуванням мережі інтенсивно завантажених трас. В цих водоймах забруднення свинцем знаходилося на рівні  $47 \pm 4,2$  мкг/л, що наближається до ГДК в питній воді. Забруднення свинцем Коростишівського і Коростенського районів було менше відповідно у 8 і 23 рази. Забруднення водойм смт. Чуднів кадмієм становило  $2,3 \pm 0,02$  мкг/л (понад ГДК у питній воді вдвічі). Це перевищувало вміст елемента в коростишівських і коростенських водоймах в 4 та 9 разів. Вміст мікроелементів у водоймах, на яких було відловлено качок, знаходився в основному в межах концентрацій, типових для джерел прісної води.

Концентрація важких металів і мікроелементів в крові, м'язах, внутрішніх органах, перах і пальцях качок в основному знаходилася у прямому зв'язку з вмістом цих елементів у водоймах, на яких було відловлено птахів. Найбільшим забрудненням ВМ відрізнялися качки, які відловлено на водоймах поблизу смт. Чуднів. В їх м'язових тканинах свинцю містилося  $4,36 \pm 0,94$  мг/кг, а печінці  $5,59 \pm 0,03$  мг/кг. В качок із

В качок із Коростишівського і Коростенського районів цього елемента в м'язах було менше у 8 і 25 разів, а в печінці – в 3 і 8 відповідно. Багато свинцю і кадмію поглинали пера. В них вміст цих елементів знаходився в залежності від забруднення водойм. Так, в перах качок, які відловлено у водоймах смт. Чуднів, концентрація свинцю становила  $6,18 \pm 0,62$  мг/кг, в Коростишівському районі –  $0,99 \pm 0,077$  мг/кг та Коростенському районі –  $0,25 \pm 0,033$  мг/кг, а кадмію – відповідно  $120 \pm 19,7$ ,  $22,5 \pm 6,99$  та  $9,4 \pm 0,27$  мг/кг.

Отже, качки, що пристосувалися до зимівлі в антропогенних ландшафтах піддаються впливу токсикантів, який зростає відповідно до зростання техногенного забруднення водних об'єктів. Їх насичення токсикантами, ймовірно, відображається на зниженні життєздатності і репродуктивній функції крижня. Це опосередковано підтверджується його невисоким відтворенням в міських угрупованнях. Показником зниження репродуктивної функції є відносно невисока чисельність пташенят, які трапляються зазвичай безпосередньо після їх вилуплення з яєць.

Що стосується небезпеки споживання м'яса осіло-зимуючих качок, то вона ймовірна в обмежених кількостях тому, що полювання на міських водоймах заборонено, а браконьєрство мало ймовірне. Проте осіло-мігруючі качки можуть змішуватися з їх мігруючими формами, що часто відбувається в періоди полювання на водоплавних птахів. Тому серед качок, особливо серед тих, які відстрілюються в антропогенних ландшафтах, з високою ймовірністю можуть траплятися представники осіло-зимуючих угруповань, забруднених токсикантами.

В м'язах деяких міських качок вміст свинцю може майже на порядок перевершувати ГДК для м'яса промислових і диких птахів. Це безпечно для більшості людей, які зрідка споживають м'ясо диких качок, проте може шкодити здоров'ю мисливців та членам їх сімей.

**Мартин звичайний (*Lams ridibundus*).** Мартини для харчування використовують широкий спектр кормів – безхребетні, риби, земноводні та дрібні гризуни. У харчуванні мартинів, які мешкають в антропогенних ландшафтах часто домінують харчові відходи людини та інші продукти, які утилізуються людиною.

Дослідження проводилися на птахах, вилучених в Коростишівському районі Житомирської області. За вмістом кадмію ґрунти області відносяться до середнього рівня забруднення, щорічно забруднення зростає на 0,008 – 0,029 мг/кг. Його вміст в Коростишівському районі знаходиться на рівні 0,13 мг/кг. Концентрація іншого екологічно небезпечного елемента – свинцю щорічно зростає в ґрунтах на 0,02-0,07 мг/кг.

У вилучених мартинів з підключичної вени відбирали приблизно по 1 мл крові. Пташенят мартинів вилучували наприкінці літа поблизу місць гніздування. Воду для аналізів відбирали з водойм, поблизу яких знаходилися поселення мартинів. Ймовірно, забруднення цієї води могло мати нерівноцінний вплив на фізіологічний стан мартинів. Вміст поллютантів і есенціальних елементів було визначено в крові 10 мартинів. Встановлено, що широкі спектри харчування у мартинів обумовлюють високі коефіцієнти біологічного поглинання і поллютантів, і есенціальних елементів.

***Різні види качок, які розвиваються в одних і тих же водоймах.*** Дослідження виконані на цих двох качках – чирянці великій (*Anas querquedula*) та чирянці малій (*A. sgesca*), які мешкають у водоймах Коростишівського району. Водойми відрізнялися за вмістом поллютантів і есенціальних елементів. Проте обидва види качок жили і в тій, і в іншій водоймі (визначимо їх умовно «А» і «Б»).

качки були вилучені з водойм у віці близько 1 місяця, до того як вони оволоділи здатністю до польоту. Разом з тим відбирали проби води і донних відкладів.

Встановлено, що водойми та їх донні відклади, мали деякі відмінності за вмістом поліютантів і есенціальних елементів, проте їх концентрації у воді не перевищували ГДК. Близькою до ГДК була лише концентрація селену (табл. 3.1). між вмістом аналізованих хімічних елементів у воді і донних відкладах простежувалася наявність прямого зв'язку лише у свинцю і марганцю. Концентрація свинцю у водоймі «А» перевершувала водойму «Б» в середньому на 28% і приблизно на 19% в донних відкладах, а марганцю відповідно в 4,7 і 6,3 рази.

У водоймах «А» кадмію містилося в середньому на 40% менше, ніж в «Б». у донних відкладах цього елемента було більше у водоймі «Ф» (в 3,6 разів). Цинку було на 19% більше у водоймі «А», а в ґрунті в 2,8 разів менше, ніж у водоймі «Б». За вмістом селену вода і донні відклади не мали суттєвої різниці (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

**Вміст поліютантів і есенціальних елементів\* в місцях розвитку качок**

Місця відбору проб	Елементи				
	Cd	Pb	Zn	Se	Mn
Водойми:					
А	0,011±0,003	0,052±0,003	19,7±0,66	1,03±0,02	1,26±0,03
Б	0,016±0,002	0,039±0,003	24,1±1,03	1,28±0,03	5,77±1,61
Ґрунт:					
А	1,53±0,09	14,3±0,68	951±92,5	36,2±2,65	5,07±0,48
Б	0,44±0,02	11,6±0,15	349±24,9	28,9±0,42	32,5±11,5
Питна вода (ГДК)	1,0	10	1000	10	100

\*у воді – мкг/л, в донних відкладах – мкг/л

За концентрацією елементів, які аналізуються, оперення птахів (махові пера) їх внутрішні органи та інші частини тіла суттєво різнилися. Найбільше забруднені свинцем були махові пера, найменше – м'язи, кігті і пальці. У чирянок, які

розвивалися у водоймі «А», яка відрізнялася відносно високим забрудненням свинцем, в перах його містилося в 3,5 рази ( $P>0.99$ ) більше, ніж у птахів з водойми «Б». подібно до цього у чирянки малої, які розвиваються в різних водоймах, пера за вмістом свинцю відрізнялися в 6,4 рази ( $P>0.99$ ).

Зі різним рівнем забруднення водойм кадмієм пов'язані відмінності його акумуляції різними частинами тіла качок, які розвиваються. В перах чирянок великих і малих, що розвиваються у водоймі «А» кадмію міститься в 1,2 рази менше, ніж у птахів з водойми «Б». Більш суттєво відрізнялася за акумуляцією цього елемента м'язові тканини. В них у чирянок великих з водойми «А» кадмію було менше, ніж в «Б» в 6 ( $P>0.99$ ), а в чирянок малих – в 10,2 рази ( $P>0.99$ ).

Таблиця 3.2

**Вміст в тілі 1-місячних пташенят качок, що розвиваються в різних водоймах, деяких політантів та есенціальних елементів**

Качки	Елементи				
	Cd мкг/кг	Pb мкг/кг	Zn мг/кг	Se мкг/кг	Mn мкг/кг
Чирянки великі (А): м'язи	1,14±0,26	47,1±5,41	4,25±0,03	119,3±8,63	13,3±0,39
кігті	4,57±0,35	54,2±5,03	26,2±0,03	166,7±0,40	33,3±0,44
пера незнежирені	6,13±0,45	276±1,86	15,9±1,72	478,5±46,4	112,9±4,82
пера знежирені	4,03±0,32	60,7±2,68	13,2±0,15	239,5±34,4	88,2±4,18
Чирянки великі (Б): м'язи	6,83±0,18	11,4±1,06	5,25±0,38	16,8±0,18	17,3±1,54
кігті	3,72±0,90	20,7±1,53	30,3±1,22	691±12,0	173.2±8,48
треті пальці	2,51±0,06	19,8±2,23	7,62±0,73	1313±8,2	5,17±0,53
пера незнежирені	7,73±0,37	31,7±1,02	16,3±0,44	486,3±67,2	157,4±15,9
пера знежирені	4,31±0,50	24,3±0,63	12,3±0,37	256,7±6,08	106.3±4,63
Чирянки	0,49±0,08	9,07±1,67	3,57±0,22	26,7±0,51	4,37±0,32

малі (А): м'язи					
кігті	5,01±0,47	10,3±1,42	18,7±1,55	143,2±17,5	32,3±0,67
треті пальці	1,18±0,02	9,53±0,62	5,62±0,21	81,1±3,78	51,3±0,97
пера: незнежирені	2,41±0,22	106,7±2,81	15,1±0,58	283,3±22,7	53,3±3,40
знежирені	1,33±0,08	76,1±5,11	7,51±0,37	134,2±7,54	32,3±5,78
Чирянки малі (Б): м'язи	4,93±0,49	15,2±0,98	6,67±0,87	111,3±7,80	41,3±0,79
кігті	2,60±0,02	9,97±1,75	26,8±1,24	872,1±92,4	40,3±4,22
пера незнежирені	9,13±0,38	16,8±1,03	51,4±5,21	603,2±58,6	105,7±3,04
знежирені	1,03±0,16	7,27±1,26	18,7±0,66	318,4±50,8	29,5±0,44

Інакша тенденція прослідковується за вмістом кадмію в кігтях птахів з водойм, які відрізняються за забрудненням цим елементом. Його було в 1,2 – 1,9 разів більше в менш забрудненій водоймі, що, ймовірно, пов'язано з відносно високим забрудненням донних відкладів (табл. 3.2).

Відносно велика кількість селену містили пера, кігті та пальці чирянок великих. В їх пальцях концентрація селену перевершувала його вміст в кігтях в 7,9, а в м'язовій тканині – 11 разів ( $P>0.99$ ). На відміну від цього у чирянок малих найбільший вміст селену відмічався в перах, а в кігтях його було більше, ніж у пальцях в 1,8 разів (табл. 3.2).

Суттєва (майже у п'ять разів) різниця за вмістом марганцю відображалася значною мірою на його акумуляції перами, кінцівками і внутрішніми органами тіла качок, які розвиваються в різних водоймах. М'язові тканини чирянок великих, які жили після вилуплення з яєць у водоймі «Б», що відрізнявся великим вмістом марганцю, накопичували в 1,3 рази більше марганцю, у порівнянні з тими качками, які розвивалися у водоймі «А» з меншою концентрацією цього елемента. Пера і в тих й інших качок відрізнялися за вмістом марганцю в 1,4, кігті – в 5,2 рази ( $P>0.99$ ). у чирянок малих, які розвивалися в першому з вказаних водойм в

кігтях марганцю було менше, ніж у другому в 1,2, в ерах в 2,0 і в м'язових тканинах – в 9,4 рази ( $P>0.99$ ).

Оскільки качки змазують пера жиром, то кількість акумульованих ними хімічних елементів складається з їх вмісту у поверхневому шарі та в самому пір'ї. в поверхневому шарі, який видаляли змиванням з пір'я жировим розчинником, містилося від 21 до 72% хімічних елементів. Їх частка залежала від кількості елементів у воді. Так, на поверхні пір'я у чирянок великих, які жили у водоймі «А», що відрізнялася досить високим вмістом свинцю, припадало в середньому  $45,3\pm 1,7\%$  свинцю, в чирянок малих –  $56,8\pm 5,8\%$ , а у водоймі з меншим вмістом елементу – відповідно  $22,7\pm 3,1$  і  $22,7\pm 3,1\%$ . Високий вміст кадмію у водоймі «Б» сприяло тому, що в перах качок також фіксувався його високий вміст. В чирянок великих з цієї водойми поверхневі шари пер акумулювали  $44,4\pm 4,6\%$ , у чирянок малих –  $67,2\pm 12,1\%$  кадмію, а у водоймі «А» -  $34,2\pm 2,6$  і  $44,2\pm 4,6\%$ .

Значна різниця водойм щодо вмісту марганцю відображалася на його акумуляцію жировим покриттям пір'я. особливо значна різниця була за вмістом марганцю на пір'ї чирянок малих. В тих з них, які жили у водоймі «Б», містилося в середньому  $72,1\pm 2,7\%$  елементу. В 1,8 разів ( $P>0.99$ ) менше містило його пір'я качок з водойми «А». у чирянок великих ця різниця була набагато меншою. У водоймі «Б» в них містилося на перах в середньому  $32,4\pm 9,8\%$  марганцю, а в «А» менше в 1,4 рази ( $P>0.95$ ).

Чирянки малі акумулювали цинку у поверхневій частині пер набагато більше, ніж чирянки великі. В перших з них, які жили у водоймі «А» на поверхні пера акумулювалося в середньому  $53,2\pm 4,1\%$  елементу, в «Б» -  $47,4\pm 9,6\%$ , а в других  $29,1\pm 10,2$  та  $25,7\pm 2,9\%$ .

Селен, вміст якого у водоймах не мав суттєвої різниці, мав близькі значення щодо акумуляції в поверхневому шарі пір'я усіх обстежених качок. Так, поверхневий шар пір'я у чирянок великих з водойми «А» містив  $50\pm 9,3\%$  селену,

у чирянок малих –  $52,6 \pm 8,2\%$ . У водоймі «Б» частка цього елемента становила відповідно  $52,6 \pm 8,2$  та  $47,3 \pm 9,6\%$ .

Коефіцієнти біологічного поглинання в системі «вода – водні об'єкти – качки», які розраховані як відношення вмісту елемента в тілі до його вмісту у воді, являли великі для цього показника значення і варіювали в широких межах. Відносно невеликим концентраціям свинцю і кадмію у водоймах відповідали високі співвідношення між їх концентраціями в грудних м'язах качок і воді. У водоймі з невисоким вмістом кадмію це співвідношення у чирянок малих і чирянок великих знаходилося в межах від 29 до 113, а з більш високим – від 285 до 370. За вмістом свинцю ці співвідношення варіювали відповідно від 130 до 303 і від 159 до 893. Середні значення коефіцієнтів поглинання цинку у чирянок малих з менш забрудненої до більш забрудненої водойми підвищувалися від 181 до 277. Проте в чирянок великих прослідковувалася незначна обернена залежність при середніх значеннях 35 і 22.

При незначних відмінностях за вмістом у водоймах селену середнє значення коефіцієнтів його поглинання грудними м'язами у чирянок великих знаходилося в межах від 13 до 133, у чирянок малих – від 26 до 87. Найбільш низьким поглинанням відрізнявся марганець. Середні значення коефіцієнтів його поглинання варіювали від 3 до 11.

Отже, коефіцієнти поглинання, розраховані за відношенням між концентрацією елементів в тілі качок і воді, відображають значною мірою їх інтегральні значення для всієї біоти, що включає різноманітні ланки трофічних ланцюгів від мікроорганізмів до водяної рослинності і багатьох видів безхребетних. Висока варіабельність коефіцієнтів поглинання різних хімічних елементів, ймовірно, пов'язана з непостійністю біотичних і абіотичних факторів середовища існування впродовж періоду розвитку пташенят та індивідуальною мінливістю їх фізіологічного стану. Видові відмінності акумуляції ВМ пташенятами, ймовірно, пов'язані з несхожістю за інтенсивністю росту. До його

завершення маса тіла чирянок великих становила в середньому 800 г, а чирянок малих – близько 300 г. проте цим не можна пояснити перевищення накопичення хімічних елементів в жировому шарі, що вкриває пера, у чирянок малих. Можливо, вони більше ніж чирянки великі виділяють жиру для змазування пір'я.

### **3.2. Свинцевий дроб у водно-болотних угіддях**

В місцях інтенсивного полювання на водоплавних птахів акумулюється значна кількість свинцевого шроту. За нашими оцінками, 20-30 т шроту на рік потрапляє у водойми Житомирської області. З цим пов'язана небезпека забруднення водно-болотних екосистем солями свинцю. При цьому водні і навколоводні види птахів можуть заковтувати дроб і використовувати його як гастроліти, що є для них небезпечним.

Фактори, які сприяють накопиченню шроту в донних відкладах. Забруднення водойм шротом в місцях інтенсивного полювання на водоплавних птахів вивчали в рибних господарствах житомирської області. В п'яти ставках після спуску води досліджували верхні шари донних відкладів на вміст в них шроту. Для цього ділянки водних відкладів розмірами 1х1х0,1 м промивали водою на решітках. Розмір ячейки (1х1 мм) дозволяв затримувати шрот, який застосовувався для відстрілу водоплавних птахів.

Шрот було виявлено лише в трьох із десятка досліджуваних проб ґрунту в одному із ставків площею близько 6 га. Цей ставок відрізнявся від чотирьох інших тим, що його впродовж 8 років не використовували (не заливався водою). За цей час він заріс трав'янистою рослинністю. Став стали знову використовувати (заливали водою) впродовж двох останніх років. це дозволило відновити полювання на водоплавну дичину.

Виявлений шрот утримувалася збереженим корінням рослин. Цього не мали донні відклади інших ставків, ймовірно, з цієї причини не вдалося виявити дроб. В незарощених водоймах вона, ймовірно, проникала на більшу глибину. Це свідчить, що локалізації дробу у верхніх шарах донних відкладів сприяє наявність

рослинності. Її відмерлі залишки і коренева система є перепорою для міграції дробу в глибокі шари дна водойм.

Акумуляція свинцю донними відкладами. Свинцевий дроб, що знаходився у водоймі, поширюється в ньому, утворюючи водорозчинні сполуки. Їх акумуляція була визначена в донних відкладах на різній відстані від берега. Мінімальна відстань становила 20, максимальна 50 м. Вбивча сила дробового заряду приблизно 35 м. Проби донних відкладів були відібрані після того, як зі ставків спустили воду.

Таблиця 3.3

**Елементний аналіз донних відкладів, відібраних  
на різній відстані від берега ставка**

Відстань від берега, м	Концентрація елементу						
	Cd мкг/кг	Pb мкг/кг	Se мкг/кг	Cu мг/г	Mg мкг/кг	Zn мкг/кг	Hg мкг/л
20	23,6± 0,62	379,7± 1,06	174,4± 54,3	9,41± 0,54	12,54± 1,25	21,13± 1,03	0,566± 0,250
30	12,3± 3,72	168,5± 8,6	456,8± 141,7	3,83± 1,43	8,46± 0,26	54,41± 0,03	0,433± 0,002
50	сліди	39,01± 8,12	170,3± 23,4	0,41± 0,09	5,17± 1,39	11,86± 1,41	0,483± 0,002

Виявилось, що концентрація свинцю в міру віддалення від берега неухильно зменшувалася. Зокрема, від 20 до 50-метрової дистанції вміст свинцю зменшувався в 9,7 разів ( $P > 0.99$ ), а кадмій більше, ніж в 20 разів. Значно знижувалася з віддаленням від берегу концентрація міді. Від 20 до 30-метрової дистанції концентрація цього елементу зменшувалася в 2,4 рази, а до 50-метрової – в 23,5 разів ( $P > 0.99$ ). Слабо зменшувалася концентрація магнію – в 1,5 і 2.4 рази. Не прослідковувалося чіткої динаміки зміни цинку. Що ж стосується такого небезпечного токсиканту як ртуть, то її концентрація не залежала від відстані від берега (табл. 3.3).

### 3.3. Шрот в тілі качок

В різних варіантах досліджень вивчали наслідки імітації поранення шротом або його заковтування. Піддослідні качки в подальшому утримувалися у вольєрах. В якості піддослідного виду був вибраний крижень, як найбільш часто зустрічаємий трофей в житомирських мисливців. В цих качок через декілька днів рентгеном контролювали наявність дроби і спостерігали за поведінкою, а по закінченні спостережень препарували і членували різні частини тіла, в яких визначали вміст свинцю і кадмію.

Імітація поранення шротом. Відомо, що в процесі полювання на водоплавну дичину деяка кількість поранених птахів залишається в природному середовищі. Ті з них, які мають сильні пошкодження і, особливо ті, які перешкоджають здатності до польоту, стають легкою здобиччю для хижаків. В деяких же птахів, що отримали поранення, можливі загоєння ран. Вивчення окремих наслідків відносно легких поранень входило в завдання наших досліджень.

Для імітації поранень свинцевим дробом по дві дроби вшивали в крило. На рентгенівських знімках завжди виявляли дроб, вшиту в тіло. За результатами рентгенограм вшитий дроб швидко капсулювався. Качки із вшитим дробом без видимих змін поведінки жили впродовж всього літнього періоду спостережень. Не виявлено також суттєвих змін біохімічних показників в крові птахів, яким вшивали дроб.

Ймовірність заковтування дроби. Літературні дані про високу ймовірність заковтування птахами свинцевого дроби і відповідно їх загибелі не отримали підтвердження в наших дослідженнях, виконаних в Житомирській області. Розтин шлунків в 263 водоплавних птахів (в т.ч. крижень 184), відстріляних впродовж осіннього полювання, дозволили виявити дроб лише в чотирьох із них – у двох крижнів і такої ж кількості лисух. Дробини мали неправильну овальну форму і були сильно сточені. Їх діаметр знаходився в межах 1 – 1,5 мм.

В шлунках багатьох із відстріляних качок ми виявили предмети схожі зі сточеним дробом. Проте аналізи цих предметів атомно-адсорбційним методом не

підтвердили їх відношення до свинцю. До того ж м'язові тканини цих качок не відрізнялися за вмістом свинцю від тканин, проби яких були взяті в інших особин, яких не підозрювали у заковтуванні дробу. Отже, кількість птахів з дробом у шлунках становила всього 1,5%.

Штучна інтродукція дробу в травний тракт качок. Заковтування дробу імітували її примусовим введенням. У всіх випадках дроб вводили перорально. За результатами рентгенограм дроб не завжди і не в усіх качок затримувалася в травному тракті. Так, десятьом качкам, яким було введено по 10 дробин, діаметр яких склав 3 мм (тобто №5, найбільш поширена дроб під час полювання на качок) в шлунках двох з них через 10 днів виявлено лише по одній, а в однієї – чотири дробини. Максимальна їх кількість в жодної з качок не перевищувала шести. В трьох з дев'яти качок, яким вводили по три дробини, виявили лише по дві, а в п'яти не виявилось жодної дробини.

Розтин шлунків у загиблих качок також не завжди підтверджував наявність дробу. Якщо ж дроб затримувалася в шлунку, то її маса неухильно зменшувалась. При цьому вона набувала, як правило, дископодібної форми з сильно сточеними і нерівними краями.

В організмі качок дроб може займати різноманітне положення. В одних випадках він може знаходитися розрізнено в різних місцях шлунку, в інших – наближені. Ймовірно, локалізація дробу в шлунку визначається багатьма випадковими причинами, серед яких домінуюче значення має його заповнення травними субстратами і гастролітами.

Відсутність або зменшення кількості дробу в шлунках качок пояснюється двома причинами. Одна з них полягає в тому, що качки в стані виводити із шлунку дроб з екскрементами. Ймовірно стимулом для його видалення є наявність в шлунку надлишкової кількості твердих предметів, які схожі на гастроліти. Інша причина зникнення в шлунку дробу обумовлюється її стиранням, розчиненням в шлунковому соці і засвоєнням організмом.

**Летальні ефекти свинцевих отруєнь, пов'язаних із заковтуванням дробу.** Летальну ефективність мало введення в травний тракт 10 дробин. Максимальна тривалість життя двох качок становила 4 дні. Одна качка прожила 24 дні. Неоднаковий вплив рівної кількості введених дробин на тривалість життя качок обумовлено різною інтенсивністю життя качок обумовлено різною інтенсивністю їх свинцевого отруєння. Ймовірно, качка, яка прожила 24 дні, частково звільнилася від дробу відразу після її надходження в травний тракт, що підтверджується результатами аналізу вмісту свинцю в тканинах.

Найбільшу кількість свинцю виявлено в тілі качок, які прожили всього 4 дні. В їх шлунках вміст свинцю в перерахунку на суху речовину досягав  $128 \pm 4,6$  мг/кг, а в м'язових  $919 \pm 37$  мг/кг, що відповідно в 200 і 3400 разів перевищувало вміст елемента в качок контрольної групи. В качки, що прожила 24 дні, свинцю було приблизно на порядок менше.

Що стосується кадмію, то його міст в качок, які прожили 4 дні, не мало суттєвих відмінностей від такого на контролі. Зокрема, в качок, які не піддавалися дії дробу, в шлунку містилося  $13 \pm 0,3$ , в м'язовій -  $11 \pm 1,2$  мкг/кг. Кадмій значно зріс в качок, які прожили 24 дні. Його концентрація в шлунках досягла  $48 \pm 6,5$ , в м'язових -  $40 \pm 0,6$  мкг/кг.

Отже, летальна концентрація свинцю в м'язових тканинах у перерахунку на сиру речовину знаходиться на рівні близько 200 мг/кг.

*Динаміка акумуляції свинцю різними органами і тканинами качок.* Вивчення динаміки акумуляції свинцю внутрішніми органами і різними частинами прослідковано на качках, яким у стравохід вводили орально дроб діаметром 6,2 мм, масою  $1,44 \pm 0,02$  г (10 дробинок № 5, діаметром 3 мм, які використовувалися в інших експериментах, мають вагу  $1,5 \pm 0,006$ ). В шлунках всіх піддослідних качок на п'яту добу на рентгенограмах фіксували наявність дробу. Його маса зменшувалася в залежності від часу локалізації в шлунках (встановлено при розтині шлунків). Через 5 діб маса дробу зменшувалася в середньому на  $74 \pm 24$

мг, а через 10 діб – на  $326 \pm 54$  мг. Це свідчить про те, що темпи зменшення маси дробу від п'ятої до десятої доби зросли більше, ніж в три рази з 7 до 22% ( $P > 0,99$ ). Ймовірно, з прогресивно зростаючою швидкістю поглинання свинцю пов'язане те, що на 20 добу дроб, маса якого на виході становила 1,5 г, в шлунках не виявили.

Концентрація свинцю у всіх органах і тканинах зростала, досягаючи високих рівнів, впродовж перших 5 діб локалізації дробу в шлунках качок. За цей час найбільш висока зміна концентрації елементу по відношенню до вихідного рівня відбувалося в тканинах серця. В них вміст свинцю зростало на 126 мг/кг або в 4532 рази ( $P > 0,999$ ). В шлунках його вміст змінювався на відносно меншу величину (в 1907 разів), проте абсолютне збільшення було найвищим і становило 1,3 г/кг. Більшому абсолютному збільшенню свинцю в кігті (на 128 мг/кг) сприяло відносно невисоке збільшення у порівнянні з вихідними значеннями (в 1840 разів). Відносно невеликим збільшенням концентрації свинцю у перші 5 діб відрізнялися тканини головного мозку (в 263 рази) і легень (в 453 рази). В мозку концентрація елементу зростала на 4,6, в легенях – на 96 мг/кг.

Нирки і печінка, які характеризуються в тварин високою активністю акумуляції важких металів, в качок накопичували свинцю набагато менше у порівнянні з шлунком і серцем. В нирках за 5 днів концентрація свинцю зростала на 63,2 мг/кг, в печінці – на 90 мг/кг або в 1128 і 2500 разів відповідно. Близькі до цього зміни відбувалися в жирі (на 48,6 мг/кг або в 1350 разів). Махові пера поглинали свинцю більше ніж жир, нирки і печінка 1,5 – 2,5 рази. Проте із-за порівняно високого вихідного забруднення свинцем за 5 днів його концентрація в перах і на поверхні зростала в 866 разів ( $P > 0,999$ ).

Від початкового періоду аналізів (перші п'ять діб) до двох наступних (через 10 і 20 діб від надходження дробу в шлунки) концентрація свинцю зберігала в основному тенденцію збільшення за виключенням легеневих тканин. В них від п'ятої до десятої доби вміст свинцю зменшувався на 44 мг/кг (в 1,8 разів), а на 20 день по відношенню до 10 дня дещо зросло (на 9,2 мг/кг, або в 1,2 рази).

За 20 днів відносно велика зміна концентрації свинцю відбувалася в серцевих м'язах. В них концентрація елемента зросла на 204 мг/кг (в 7346 разів). Проте його найбільшим вмістом відрізнялися шлункові тканини. В них по відношенню до вихідного рівня кількість свинцю зросла майже на 588 мг/кг. В шлункових тканинах на виході містилася порівняно невелика кількість свинцю. Тому відносна зміна (в 4135) була меншою, ніж у серцевих м'язах.

Після інтенсивного поглинання свинцю різними частинами тіла і тканинами тіла качок впродовж перших 5 діб, в подальшому цей процес різко вповільнився. Від 5 до 20 доби концентрація свинцю в аналізуємих пробах зростала лише в 1,2 – 2,2 рази. Відносно невелике підвищення концентрації елемента відбувалося в грудних м'язах, кігтях і нирках – в 1,2, 1,4 і 1,5 рази відповідно. В перах, серцевих м'язах, крові та жирі ці зміни знаходилися в межах від 1,6 до 1,9 разів. Наближеним до цього (в середньому на рівні 2,2) було збільшення концентрації свинцю в печінці, легенях, шлунку та ікрах (табл. 3.4).

*Таблиця 3.4*

**Динаміка свинцю (мг/кг\*) в різних частинах тіла, органах і тканинах тіла качок, які заковтують свинцевий дроб**

Органи і структури	Тривалість від початку досліду, діб			
	вихідна	5	10	20
Нирки	0,057±0,033	63,3±2,63	80,2±3,29	92,6±4,6
Печінка	0,036±0,025	90,1±4,03	142,6±3,4	196,2±24,1
Легені	0,213±0,008	96,2±2,09	52,1±3,8	61,2±4,2
Шлунок	0,142±0,019	271,2±30,6	360,4±27,1	588,0±30,1
Серце	0,028±0,013	126±3,2	170,3±3,2	204,2±11,5
Грудні м'язи	0,025±0,015	86,2±2,2	96,6±3,4	103,2±3,4
Мозок	0,018±0,0012	4,75±0,47	7,6±0,17	7,9±0,33
Ікроніжні м'язи	0,093±0,037	101,4±3,63	167±4,2	222,3±12,6
Жир	0,18±0,07	48,8±4,17	80,2±11,3	94,4±7,6
Пера	0,697±0,84	121,2±6,2	178,2±8,7	200,6±5,3
Кіготь	3,48±3,73	1284±47,2	1675±68,7	1736±108

\*Згідно СанПін 2.3.2.1078-01, передбачені допустимі рівні вмісту в м'ясі птахів, не більше: свинцю – 0,5 мг/кг, кадмію – 0,05 мг/кг, ртуті – 0,03 мг/кг.

Концентрація кадмію, як і свинцю, мала тенденцію збільшуватися від 5 до 20 доби після заковтування качками свинцевого дробу. Проте за весь цей час тканини і органи качок акумулювали кадмію набагато менше у порівнянні зі свинцем.

Таким чином, наявність свинцевого дробу в травному тракті швидко поширюється по різних органах і частинах тіла качок. Проте це не впливає суттєво на біохімічні показники, пов'язані з динамікою білка. Суттєво змінюється лише вміст в крові сечової кислоти. Збільшення кількості свинцю в шлунку пов'язано зі збільшенням вмісту сечової кислоти в крові.

## ВИСНОВКИ

1. Угруповання качок, які пристосувалися до зимівлі в антропогенних ландшафтах, піддаються інтенсивному впливу токсикантів, який зростає відповідно до збільшення техногенного забруднення водних об'єктів. ВМ і мікроелементи по-різному акумулювалися різними органами та тканинами тіла птахів. Внутрішні органи, оперення і кінцівки качок найбільше поглинали свинець, а менше – кобальт.

2. В м'язах деяких міських качок вміст свинцю може майже на порядок перевершувати ГДК для м'яса промислових та диких птахів.

3. Різні види качок, які розвивалися у схожих умовах, можуть акумулювати різну кількість полютантів та есенціальних елементів, що виявлено у качок чирянок великих і чирянок малих. У зв'язку з відмінностями за швидкістю росту, пташенята цих видів, які відрізняються за масою тіла у дорослому стані, акумулюють відповідно різну кількість ВМ та есенціальних елементів.

4. Значний внесок у забруднення водно-болотних екосистем свинцем має застосування мисливцями свинцевого дробу. Накопичення дробу на дні водойм сприяє їх заростанню. Незалежно від цього вміст свинцю в донних відкладах зростає з наближенням до берегу. Тому найбільшим забрудненням цим елементом відрізняється прибережна зона.

5. Ймовірність заковтування свинцевого дробу качками, які мешкають на території Житомирської області, знаходиться на рівні 1,5%. Дроб, який заковтується може видалятися з травного тракту в процесі дефекації або затримуватися в ньому, що є причиною свинцевого отруєння. Маса дробу, що затримується в шлунку, прогресивно зменшується, засвоюючись разом з кормом, і поширюється по тілу. Свинець, що засвоюється а разом з ним кадмій, нерівномірно розподіляється в різних частинах тіла качок. Летальною

концентрацією свинцю в скелетних м'язах крижні знаходяться на рівні, які наближаються до 1 г/кг у перерахунку на суху масу.

6. Швидкість акумуляції свинцю в міру насичення ним організму птахів, в травному тракті якої знаходиться дроб, поступово вповільнювався. Наявність оберненого зв'язку між зменшенням маси свинцю, що знаходиться в шлунку, і концентрацією елемента в тілі обумовлюється інтенсифікацією його видалення з організму. Високе насичення тіла качок свинцем, ймовірно, не блокує, а інтенсифікує функціонування видільної системи.

7. Значні відмінності за темпами акумуляції великих концентрацій свинцю і кадмію різними внутрішніми органами і тканинами качок, ймовірно. Пов'язані з їх неоднаковим кровопостачанням. З максимальною швидкістю кровотоку через серце узгоджується найвищий темп акумуляції свинцю і кадмію серцевими м'язами.

8. Відносно високий темп акумуляції свинцю і кадмію перами, наближений до такого, у внутрішніх органах і скелетній мускулатурі, обумовлюється значною мірою їх змазуванням жировими виділеннями куприкової залози. В поверхневому шарі пер качок, які мешкають у водоймах з відносно високим забрудненням свинцем, може накопичуватися від 30 до 60% свинцю. Користуючись цим за вмістом свинцю в перах або лише в їх жировому покритті можна виявляти птахів із свинцевим отруєнням і в живих особин визначати забруднення цим елементом внутрішніх органів.

## ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. У водоплавних видів птахів пера можна використовувати для контролю забруднення важкими металами і водою і самих птахів, не вилучаючи їх з природного середовища. Проте висока швидкість надходження ВМ в оперення перешкоджає використанню їх елементного складу в якості «природної мітки» і тим паче для популяційної диференціації птахів, що рекомендується деякими авторами.

2. В якості додаткового показника, що характеризує забруднення середовища і організму водоплавних птахів важкими металами, можна використовувати жирові виділення, якими водоплавні птахи змазують пера. Використанню жиру з пер, що змивається для відстежування забруднення середовища існування птахів сприяє акумуляція ним значної частини елементів (до 50% і більше) із тієї його кількості, яка може містити перо.

3. Під час обстеження мисливських господарств аналізувати забруднення водних об'єктів і трофічних субстратів, які споживаються мисливськими тваринами.

4. Рекомендувати мисливцям під час підготовки водоплавних птахів до споживання в їжу оглядати вміст шлунку на предмет знаходження там дробу. Якщо дроб виявлена виключити поживання внутрішніх органів та ікроножних м'язів, оскільки вони акумулюють найбільшу кількість поллютантів за короткий проміжок часу.

5. Свинцеві отруєння дробом можна попередити шляхом прийняття відповідних законодавчих та нормативних актів, які забороняють його використання під час полювання повністю або лише у водно-болотних угіддях. Проте це не знаходить підтримки у мисливців.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авцын Ф.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементы человека: (Этиология, классификация, органопатология) / М.: Медицина, 1991. 496 с.
2. Апихтіна О.Л., Дмитруха Н.М., Коцюрuba А.В. та ін. Механізм гемо токсичної дії свинцю / О.Л. Апихтіна, Н.М. Дмитруха, А.В. Коцюрuba та ін. // Журнал НАМН України. 2012. Т. 18, № 1. С. 100–109.
3. Барбье М. Введение в химическую экологию. М.: Мир, 1978. 229 с.
4. Беспалова Л.Е. Водна токсикологія: навчальний посібник / Л.Е. Беспалова, В.В. Оліфіренко, А.В.Рачковський. Херсон: ВЦ «Колос», 2011. 131 с.
5. Вергейчик Т.Х. Токсикологическая химия / Т.Х. Вергейчик // М.: МЕД прессинформ, 2009. 400 с.
6. Вергейчик Т.Х. Токсикологическая химия: учебник / Т.Х. Вергейчик. М.: МЕДпресс-информ, 2012. 432 с.
7. Водно-болотні угіддя України. Довідник / Під ред. Марушевського Г.Б., Жарук І.С. К.: Чорноморська програма Ветландс Інтернешнл, 2006. 312 с.
8. Гелашвили Д.Б. Количественные методы оценки кумулятивного и комбинированного действия ксенобиотиков / Д.Б. Гелашвили, М.Е. Безруков, О.И. Бельшева, А.А. Черников // Экологический мониторинг. Ч. III: Методы биологического и физико-химического мониторинга. Н. Новгород: ННГУ, 1998. С.175-217.
9. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. 3. Свинец / Совместное издание Программы ООН по окружающей среде и Всемирной организации здравоохранения. Женева: ВОЗ, 1980. 193 с.
10. Гідроекологічна токсикометрія та біоіндикація забруднень. Теорія, методи, практика використання. Львів: Світ, 1995. 438 с.

11. Горбань І.М., Матейчик В.І. Гніздова орнітофауна Шацького національного природного парку // Шацький національний природний парк: Наукові дослідження. 1994- 2021 рр. – Світязь, 2021. – С. 98-103.
12. Гуменюк Г.Б. Сезонна міграція міді, кобальту, кадмію та свинцю в екосистемі Тернопільського ставу / Г.Б. Гуменюк, В.В. Грубінко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: період. наук. зб. Київ. ун-ту. К.: Ніка-Центр, 2001. Т.2. С. 745-753.
13. Давыдова С.Л. Тяжелые металлы как супертоксианты XXI века / С.Л. Давыдова, В.И. Тагасов. М.: Издательство РУДН, 2002. 140 с.
14. Екогеографія України : навч. посібник / О.П. Гавриленко. К. : Знання, 2008. 647 с.
15. Жулидов А.В. Физико-химическое и химическое состояние металлов в природных водах: токсичность для пресноводных организмов / А.В.Жулидов // Экологическое нормирование и моделирование антропогенного воздействия на водные экосистемы. Вып.1. Л.: Гидрометеиздат, 1988. С.78-82.
16. Загальна гідрологія. Підручник / Левківський С. С., Хільчевський В. К., Ободовський О. Г. та ін. К.: Фітосоціоцентр, 2000. 264 с.
17. Конвенція про водно-болотні угіддя, що мають міжнародне значення, головним чином як середовище існування водоплавних птахів [Електронний ресурс]. –[https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_03](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_03).
18. Кузнецов, Е. А. Свинцовое отравление водоплавающих птиц: обзор [Текст] / Е. А. Кузнецов // Казарка. М., 1998. № 4. С. 18–38.
19. Лазаренко І.А. Вплив макродисперсної та наноформи свинцю на накопичення його в організмі / Л.І. Лазаренко // Актуальні проблеми транспортної медицини. 2012. №2 (28). С. 95–97.
20. Луговской С.П. Механизмы биологического действия свинца на пищеварительную систему / С.П. Луговской, Л.А. Лсгкоступ // Сучасні проблеми токсикології. 2002. №2. С. 45–50.

21. Лукьяненко В.И. Теоретические вопросы биотестирования / В.И.Лукьяненко. Волгоград, 1983. 195 с.
22. Метелев В.В. Водная токсикология / В.В.Метелев, А.И.Канаев, Н.Г.Дзасохова. М.: Колос, 1971. 247 с.
23. Мур Дж.В. Тяжелые металлы в природных водах: Контроль и оценка влияния / Дж.В.Мур, С.Рамамурти: пер. с англ. М.: Мир,1987. 288 с.
24. Романенко В.Д. Основи гідроекології / В.Д. Романенко. К.: Обереги, 2001. 726 с.
25. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. / Сніжко С.І. - Київ: Ніка-Центр, 2001. 262 с.
26. Сушня Л.М. Актуальные проблемы экологии водных животных / Л.М.Сушня, А.Ф.Алимов, А.В.Монаков // Теоретические проблемы водной токсикологии. М., 1982. Т.18. №6. С.63-72.
27. Тарина Н.А., Костин С.Ю. Динамика орнитокомплексов Лебяжьих островов, сопредельных территорий и акваторий в 2013-2017 гг. (Республика Крым) // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартьян». Вып. 9. 2018. С. 145-147.
28. Тинсли И. Поведение химических загрязнителей в окружающей среде / И.Тинсли, пер. с англ. М.: Мир, 1982. 281с.
29. Фактори накопичення важких металів в екосистемі Дніпровських водосховищ / Т.Г.Литвинова, А.П.Мельник, З.А.Стецюк і ін. // Рибне господарство, 2005. Вип.64. С.131-143.
30. Флеров Б.А. Эколого-физиологические аспекты токсикологии пресноводных животных / Б.А.Флеров. Л.: Наука, 1989. 144 с.
31. Харитонов Н.Н. Биологические основы интенсификации прудового рыбоводства / Н.Н.Харитонов. К.: Наукова думка, 1984. 196 с.
32. Черных Н.А. Экологический мониторинг токсикантов в биосфере / Н.А.Черных, С.Н.Сидоренко. М.: Изд-во РУДН, 2003. 430 с.

33. Шекк П.В. Нормативні показники якості вод рибогосподарських водойм: Конспект лекцій / П.В.Шекк, М.В.Захарова. Одеса; Екологія, 2008. 116 с.

34. Шитиков В.К. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации / В.К.Шитиков, Г.С.Розенберг, Т.Д.Зинченко. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.

35. Ялынская Н.С. Накопление микроэлементов и тяжелых металлов в растениях рыбоводных прудов / Н.С. Ялынская, А.Г. Лопухин // Гидробиологический журнал, 1993. Т.29, №5. С.40-45.