

## ВИЗНАЧЕННЯ ГОСТРОЇ ТОКСИЧНОСТІ (LD<sub>50</sub>) НОВИХ ПЕСТИЦИДІВ "НЕО" ТА "АНТАЛ" У ПТАХІВ

*М.Е. Держинський, д.біол.н., І.М. Варенюк, к.біол.н., А.С. Пустовалов, к.біол.н.  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

**РЕЗЮМЕ.** На японських перепелах (*Coturnix coturnix japonica*) було показано, що при пероральному однократному введенні напівлетальна доза (LD<sub>50</sub>) нового пестициду "Антал" (тіабендазол — 80 г/л, імазаліл — 125 г/л, тебуконазол — 60 г/л) становить 1544±92 мг/кг маси тіла, а LD<sub>50</sub> для суміші пестициду "Нео" (нікосульфурон — 750 г/кг) з поверхнево-активною речовиною "Мікс" у співвідношенні 1:5 становить 2812±164 мг/кг маси тіла.

*Ключові слова:* пестициди, гостра токсичність, LD<sub>50</sub>, птахи.

**РЕЗЮМЕ.** На японских перепелах (*Coturnix coturnix japonica*) было показано, что при пероральном однократном введении полуплетальная доза (LD<sub>50</sub>) нового пестицида "Антал" (тиабендазол — 80 г/л, имазалил — 125 г/л, тебуконазол — 60 г/л) составляет 1544±92 мг/кг массы тела, а LD<sub>50</sub> для смеси пестицида "Нео" (никосульфурон — 750 г/кг) с поверхностно-активным веществом "Микс" в соотношении 1:5 — 2812±164 мг/кг массы тела.

*Ключевые слова:* пестициды, острая токсичность, LD<sub>50</sub>, птицы.

**SUMMARY.** The avian acute oral toxicity test (avian single-dose LD<sub>50</sub>) for new pesticide "Neo" (nicosulfuron- 750 g/kg) with surface-active substance "Mix" (1:5) and new pesticide "Antal" (thiabendazole — 80 g/l, imazalil — 125 g/l, tebuconazole — 60 g/l) was provided. Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) were treated with a single oral dose of one of these pesticides in different doses. It was shown that LD<sub>50</sub> of pesticide "Neo" with surface-active substance "Mix" (1:5) was 2812±164 mg/kg body weight; LD<sub>50</sub> of pesticide "Antal" was 1544±92 mg/kg body weight.

*Key words:* pesticides, acute oral toxicity test, LD<sub>50</sub>, birds.

**Вступ.** При широкому застосуванні пестицидів у сільському господарстві особливого значення набуває перевірка їх токсичного впливу на тваринний та людський організми [2-7, 10, 12, 14, 15]. Одним з важливих етапів токсиколого-гігієнічної перевірки нових пестицидів є визначення їх гострої токсичності. Метою даної роботи було визначити напівлетальну дозу (LD<sub>50</sub>) нового пестициду "Антал" (діючі речовини: тіабендазол — 80 г/л, імазаліл — 125 г/л, тебуконазол — 60 г/л), а також нового пестициду "Нео" (діюча речовина: нікосульфурон — 750 г/кг) в поєднанні з поверхнево-активною речовиною (ПАР) "Мікс" у співвідношенні 1:5 (саме у такому співвідношенні рекомендується його застосування виробником у сільському господарстві) [8] при пероральному введенні для представника класу птахів — японського перепела (*Coturnix coturnix japonica*).

### Матеріали і методи досліджень

Дослідження було проведено на 118 самцях і 91 самиці японського перепела (*Coturnix coturnix japonica*) 6-7-тижневого віку. Птахів утримували в умовах стаціонарного віварію, кожна експериментальна група знаходилася в окремій клітці, призначеній саме для вирощування птахів. Світловий режим: 16 годин — світло, 8 годин — темрява. Температура повітря у віварії підтримувалася на рівні +22°C. Вода подавалася без обмежень у спеціальних пташиних поїлках; воду замінювали 1 раз на добу. Годівлю проводили без обмежень комбі-

кормом для перепелів марки ПК 1-22П виробництва АТ "Київ-Атлантик Україна".

Основні етапи досліджень були проведені у відповідності з методичними вказівками по гігієнічній оцінці нових пестицидів [9], правилами Американської агенції з охорони навколишнього середовища для пестицидів і токсичних субстанцій [1] та іншими рекомендаціями з токсикологічних досліджень [2, 4, 7, 11, 12, 15].

Для приблизного визначення токсичної дози вищевказаних пестицидів спочатку були проведені попередні дослідження. Для цих досліджень було взято 27 самців японських перепелів, з яких було сформовано експериментальні групи по 3 самці у кожній групі. Птахам кожної групи одноразово перорально за допомогою спеціально переобладнаного шприца вводили суміш пестициду "Нео" з ПАР "Мікс" або пестицид "Антал".

Пестицид "Антал" вводили у дозах 25, 250, 1000, 2500, 3000 мг/кг маси тіла. Перед введенням пестицид "Антал" розчинили в дистильованій воді в 400 разів (для дози 25 мг/кг маси тіла), в 40 разів (для дози 250 мг/кг маси тіла), в 10 разів (для дози 1000 мг/кг маси тіла), в 4 рази (для дози 2500 мг/кг маси тіла), в 3,33 рази (для дози 3000 мг/кг маси тіла).

Суміш пестициду "Нео" з ПАР "Мікс" давали у дозах 200, 2000, 5000 та 10000 мг/кг маси тіла. Для приготування вищевказаної суміші 2 г пестициду "Нео" змішали з 10 мл поверхнево-активної речовини "Мікс" (тобто, у співвідношенні 1:5) та відповідною кількістю дис-

тильованої води: для дози 200 мг/кг — 490 мл, для дози 2000 мг/кг — 40 мл, для дози 5000 мг/кг — 10 мл, для дози 10000 мг/кг — 10 мл. Дану суміш давали по 1 мл на кожні 100 г маси тіла птаха (окрім дози 10000 мг/кг, де давали по 2 мл на кожні 100 г маси тіла птаха).

Дозу препарату розраховували індивідуально для кожного птаха, виходячи з маси його тіла. Після введення препарату за підслідними птахами перші 2-3 години вели неперервні спостереження, а потім — періодичні через кожні 2-3 години (для перших 12 годин після введення препарату) і через кожні 12 годин протягом наступних 3-х діб. Спостерігали за наявністю чи відсутністю симптомів отруєння, часом їх появи та зникнення, а також реєстрували час загибелі (якщо смерть мала місце) кожного підслідного птаха. Результати попередніх досліджень були використані для планування основних досліджень.

З метою остаточного визначення напівлетальної дози кожного пестициду були проведені основні дослідження. Для цього були використані 91 самець та 91 самиця японського перепела. Після отримання птахи були акліматизовані до умов віварію. Щоб врахувати можливі статеві відмінності в чутливості перепелів до пестицидів, у кожен експериментальну групу брали однаково кількість самців та самок. З цих перепелів було сформовано такі експериментальні групи (по 7 самців і 7 самок у кожній групі):

1. контрольна група — отримували дистильовану воду;
2. отримували препарат "НЕО"+ПАР "МІКС" у дозі 2000 мг/кг маси тіла;
3. отримували препарат "НЕО"+ПАР "МІКС" у дозі 2250 мг/кг маси тіла;
4. отримували препарат "НЕО"+ПАР "МІКС" у дозі 2500 мг/кг маси тіла;
5. отримували препарат "НЕО"+ПАР "МІКС" у дозі 3000 мг/кг маси тіла;
6. отримували препарат "НЕО"+ПАР "МІКС" у дозі 3250 мг/кг маси тіла;
7. контрольна група — отримували дистильовану воду;
8. отримували препарат "Антал" у дозі 1000 мг/кг маси тіла;
9. отримували препарат "Антал" у дозі 1100 мг/кг маси тіла;
10. отримували препарат "Антал" у дозі 1250 мг/кг маси тіла;
11. отримували препарат "Антал" у дозі 1500 мг/кг маси тіла;
12. отримували препарат "Антал" у дозі 2000 мг/кг маси тіла;
13. отримували препарат "Антал" у дозі 2500 мг/кг маси тіла.

Безпосередньо перед введенням пестициду

птахів зважували. Дозу препарату розраховували індивідуально для кожного птаха, виходячи з маси його тіла.

Пестицид "Антал" перед введенням розчинили в дистильованій воді в 10 разів (для дози 1000 мг/кг маси тіла), в 9,09 разів (для дози 1100 мг/кг маси тіла), в 8 разів (для дози 1250 мг/кг маси тіла), в 6,66 разів (для дози 1500 мг/кг маси тіла), в 5 разів (для дози 2000 мг/кг маси тіла), в 4 рази (для дози 2500 мг/кг маси тіла); потім відповідну кількість розчину препарату вводили перорально одноразово за допомогою спеціально переобладнаного шприца.

Для приготування суміші пестициду "Нео" з ПАР "Мікс" змішували:

- 1) для дози 2000 мг/кг — 2 г пестициду "Нео" + 10 мл ПАР "Мікс" + 40 мл дистильованої води;
- 2) для дози 2250 мг/кг — 2 г пестициду "Нео" + 10 мл ПАР "Мікс" + 34,5 мл дистильованої води;
- 3) для дози 2500 мг/кг — 2 г пестициду "Нео" + 10 мл ПАР "Мікс" + 30 мл дистильованої води;
- 4) для дози 3000 мг/кг — 3 г пестициду "Нео" + 15 мл ПАР "Мікс" + 35 мл дистильованої води;
- 5) для дози 3250 мг/кг — 3 г пестициду "Нео" + 15 мл ПАР "Мікс" + 31,2 мл дистильованої води.

Дану суміш давали по 1 мл на кожні 100 г маси тіла птаха.

Контрольним групам аналогічним чином давали чисту дистильовану воду.

Після введення відповідного препарату за птахами вели неперервні спостереження перші 3 години після введення препарату, а потім — регулярні через 6, 12, 24, 36 та 48 годин після введення препарату, а в подальшому — 1 раз на добу. Спостерігали за наявністю чи відсутністю симптомів отруєння, часом їх появи та зникнення, а також — за часом загибелі (якщо смерть мала місце) кожного підслідного птаха. Спостережний період становив 14 діб. Результати цих спостережень наведені у таблицях 1 та 2.

Напівлетальну дозу ( $LD_{50}$ ) кожного пестициду розраховували за методом графічного пробіт-аналізу [13, 15]. Стандартну похибку розраховували за формулою [15]:

$$SLD_{50} = \frac{LD_{84} - LD_{16}}{\sqrt{2N}} \quad (1)$$

95% довірчий інтервал (довірчий інтервал при  $P < 0,05$ ) підраховували за формулою [15]:

Смертність та симптоми отруєння в японських перенелів після однократного введення різних доз препарату "Антаг"

доза, мг/кг маси тіла	стать	середньо- групова маса тіла, г	кількість перенелів у групі	кількість загиблих перенелів	час загибелі						смерт- ність, %	симптоми отруєння
					0-3 год.	3-6 год.	6-12 год.	12-24 год.	24-48 год.	3-14 доба		
кон- троль	самці	225±14	7	0	0	0	0	0	0	0	0	відсутні
	самиці	220±10	7	0	0	0	0	0	0	0	0	відсутні
1000 мг/кг	самці	222±9	7	0	0	0	0	0	0	0	0	"ОП" і Г (всі 7 особин), С (1 особина)
	самиці	227±14	7	0	0	0	0	0	0	0	0	"ОП" і Г (6 особин), С (5 особин), закидання голови (1 особина)
1100 мг/кг	самці	224±11	7	2	1	0	0	1	0	0	29	"ОП" і Г (всі 7 особин), УД (2 особини), С (3 особини), перед загибеллю - судоми
	самиці	237±6	7	2	1	0	0	0	1	0	29	"ОП" і Г (всі 7 особин), С (4 особини), перед загибеллю - судоми
1250 мг/кг	самці	204±12	7	3	0	0	3	0	0	0	50	"ОП" і Г (всі 7 особин), С (2 особини), у 1 - втрата координації рухів, перед загибеллю - Сл, часті конвульсивні рухи
	самиці	231±9	7	4	0	0	4	0	0	0	50	"ОП" і Г (всі 7 особин), С (5 особин), "закидання голови на спину" (3 особини), перед загибеллю - Сл
1500 мг/кг	самці	196±6	7	4	1	0	2	0	0	1	71	"ОП" і Г (всі 7 особин); УД, Л, судоми, перед загибеллю - Сл (4 особини)
	самиці	196±11	7	6	0	3	2	0	1	0	71	"ОП" і Г (всі 7 особин); у 6 особин симптоми отруєння нарастають у порядку: С→Л→судоми та Сл→загибель
2000 мг/кг	самці	195±10	7	5	2	1	2	0	0	0	79	"ОП", Г, УД (всі 7 особин); 5 особин лежать, згодом зазнають судом, перед загибеллю - Сл
	самиці	213±9	7	6	2	3	1	0	0	0	79	"ОП" і Г (всі 7 особин); С (1 особина); Л, Сл і судоми (6 особин)
2500 мг/кг	самці	210±9	7	6	5	1	0	0	0	0	93	"ОП" і Г (всі 7 особин); Л, судоми, Сл, загибель (6 особин)
	самиці	209±8	7	7	1	6	0	0	0	0	93	"ОП", Г, Л, судоми, Сл, загибель (всі 7 особин)

Умовні позначення: "ОП" — опущене пір'я; Г — гіпоактивність; УД — утруднене дихання; С — тварина сидить; Л — тварина лежить; Сл — слиновидлення (виділення мокротиння) з рота.

95% довірчий інтервал (довірчий інтервал при  $P < 0,05$ ) підраховували за формулою [15]:

$$\Delta LD_{50} = t \frac{LD_{84} - LD_{16}}{\sqrt{2N}} \quad (2)$$

$S LD_{50}$  — стандартна похибка напівлетальної дози;

$\Delta LD_{50}$  — довірчий інтервал напівлетальної дози;

$t$  —  $t$ -критерій Стьюдента при  $P < 0,05$  і числі ступенів свободи  $f-1$ , де  $f$  — кількість тварин, використана в експерименті;

$LD_{84}$  — доза, при якій гине 84 % особин, відповідає пробіту 6;

$LD_{16}$  — доза, при якій гине 16 % особин, відповідає пробіту 4;

$N$  — кількість тварин в групах, для яких пробіти знаходяться між 3,5 і 6,5 [15].

### Результати досліджень та їх обговорення

**Попередні дослідження.** Результати попередніх досліджень показали, що легкі симптоми отруєння з'являються у піддослідних птахів при введенні пестициду "Антал" навіть у дозі 25 мг/кг маси тіла. Проте введення цього препарату в дозах 25, 250 та 1000 мг/кг маси тіла не супроводжується смертністю; при його введенні в дозі 2500 мг/кг гине 66,6 % особин; а при введенні в дозі 3000 мг/кг має місце 100 % смертності. Отже, з попередніх досліджень випливає, що напівлетальна доза ( $LD_{50}$ ) препарату "Антал" для птахів знаходиться між 1000 мг/кг маси тіла та 2500 мг/кг маси тіла.

При введенні суміші "Нео"+ПАР "Мікс" у дозі 200 мг/кг маси тіла будь-які симптоми отруєння відсутні. Перші симптоми отруєння з'являються при введенні вищевказаного препарату у дозі 2000 мг/кг і проявляються в реакції "опущене пір'я" та гіпоактивності. Один перепел у цій групі гине. Після введення препарату у дозах 5000 та 10000 мг/кг маси тіла у всіх особин "опущене пір'я", гіпоактивність, утруднене дихання, всі вони лежать, і зрештою гинуть. Таким чином, на основі попередніх досліджень можна зробити висновок, що напівлетальна доза ( $LD_{50}$ ) пестицида "Нео"+ПАР "Мікс" для птахів знаходиться між 2000 мг/кг маси тіла та 5000 мг/кг маси тіла.

**Основні дослідження.** Для точного визначення напівлетальної дози ( $LD_{50}$ ) вищезазначених пестицидів були проведені основні дослідження.

Як уже було зазначено, піддослідні птахи були до початку експерименту акліматизовані. Під час акліматизації ніхто з перепелів не загинув і в жодній особині не було помітно жодних ознак хвороб.

У перепелів контрольних груп, які отримали чисту дистильовану воду, фактів смертності та будь-яких симптомів отруєння чи аномальної поведінки не зафіксовано.

**Введення пестициду "Антал".** Показники смертності та основні симптоми отруєння при введенні пестициду "Антал" представлені у таблиці 1. З цієї таблиці видно, що слабо виражені симптоми отруєння пестицидом "Антал" з'являються при пероральному введенні цього пестициду в дозі 25 мг/кг маси тіла. Основними симптомами отруєння є "опущене пір'я" і гіпоактивність (тривають від 1 до 3-5 діб). Однак ці симптоми не супроводжуються смертністю при введенні цього пестициду в дозі 1000 мг/кг маси тіла і менше; а смертність спостерігається, починаючи з дози 1100 мг/кг маси тіла. Переважна більшість птахів гине в перші 12 год. від часу введення цього пестициду. Досить характерним є сценарій загибелі птаха: зниження активності (тварина сидить, а згодом лежить), що може супроводжуватися втратою координації рухів та закиданням голови на спину, надалі починаються конвульсивні рухи, слиновиділення з рота, що завершується загибеллю особини.

Визначення напівлетальної дози ( $LD_{50}$ ) пестициду "Антал" методом графічного пробіт-аналізу показало, що вона становить 1544 мг/кг маси тіла (рис. 1А). Стандартна похибка, визначена за формулою (1), становить:

$$S LD_{50} = \frac{2086 - 1001}{\sqrt{2 \times 70}} = 92 \text{ мг/кг маси тіла.}$$

95 %-вий довірчий інтервал (довірчий інтервал при  $P < 0,05$ ), підрахований за формулою (2), становить:

$$\Delta LD_{50} = 1,96 \times \frac{2086 - 1001}{\sqrt{2 \times 70}} = 180 \text{ мг/кг маси тіла.}$$

Таким чином, на основі отриманих результатів можна зробити висновок, що напівлетальна доза ( $LD_{50}$ ) пестициду "Антал" для птахів (японських перепелів, *Coturnix coturnix japonica*) при пероральному однократному введенні становить  $1544 \pm 92$  мг/кг маси тіла, а 95 %-вий довірчий інтервал (довірчий інтервал при  $P < 0,05$ ) - від 1364 до 1724 мг/кг маси тіла.

**Введення суміші пестициду "Нео" з поверхнево-активною речовиною "Мікс" у співвідношенні 1:5.** Першими симптомами отруєння перепелів при введенні пестициду "Нео"+ПАР "Мікс" у співвідношенні 1:5 є реакція "опущене пір'я" та гіпоактивність (табл. 2). Ці симптоми розпочинаються через 10-20 хв. після введення препарату і тривають до 3-5 діб. Пізніше (через 20-40 хв. від моменту введення препара-

Смертність та симптоми отруєння у японських перепелів після однократного введення різних доз суміші пестициду "Нео" і ПАР "Мікс" у співвідношенні 1:5.

доза, мг/кг маси тіла	стать	середньогрупова маса тіла, г	кількість перепелів у групі	кількість затглих перепелів	час загибелі						смерт- ність, %	симптоми отруєння
					0-6 год.	6-12 год.	12-24 год.	24-48 год.	47 год.	8-14 доба		
конт- роль	самці	201±7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	відсутні
	самиці	212±6	7	0	0	0	0	0	0	0	0	відсутні
2000 мг/кг	самці	175±10	7	1	0	0	0	0	1	0	14,3 %	"ОП" і Г (всі 7 особин), УД (2 особини), Л (2 особини)
	самиці	191±8	7	1	0	0	0	1	0	0	14,3 %	"ОП" і Г (всі 7 особин), УД (1 особина), Л (2 особини)
2250 мг/кг	самці	172±9	7	2	0	1	0	0	1	0	28,6 %	"ОП" і Г (всі 7 особин), УД (4 особини), Л (2 особини), слиновиділення з рота (2 особини)
	самиці	201±4	7	2	1	0	0	1	0	0	28,6 %	"ОП" і Г (всі 7 особин), УД (3 особини), слиновиділення з рота (1 особина)
2500 мг/кг	самці	191±8	7	2	1	0	1	0	0	0	50 %	"ОП" і Г (всі 7 особин), УД (3 особини), С (5 особин), Л (2 особини)
	самиці	203±9	7	5	1	0	0	3	1	0	50 %	"ОП" і Г (всі 7 особин), УД (2 особини), С (4 особини), Л (1 особина)
3000 мг/кг	самці	177±8	7	5	4	1	0	0	0	0	64,3 %	"ОП" і Г (всі 7 особин), УД (5 особин), "г'яна хода" (5 особин), Л (5 особин), конвульсії (1 особина)
	самиці	191±6	7	4	3	1	0	0	0	0	64,3 %	"ОП" і Г (всі 7 особин), УД (4 особини), С (2 особини), Л (5 особин)
3350 мг/кг	самці	200±7	7	4	2	0	0	1	1	0	57,1 %	"ОП" і Г (всі 7 особин), УД (3 особини), С (3 особини), Л (2 особини), конвульсії (1 особина)
	самиці	214±5	7	4	1	0	1	1	1	0	57,1 %	"ОП" і Г (всі 7 особин), УД (4 особини), С (1 особина), Л (4 особини)

Умовні позначення: "ОП" — опухле пір'я; Г — гіпоактивність; УД — утруднене дихання; С — утруднене дихання; Л — тварина лежить.

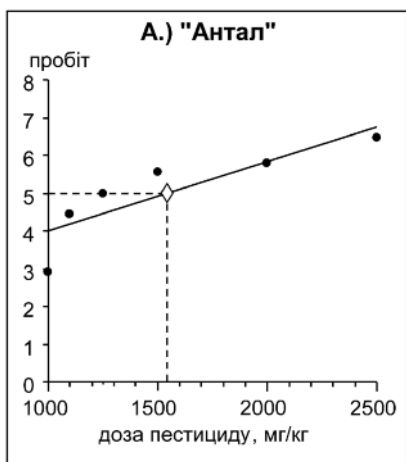
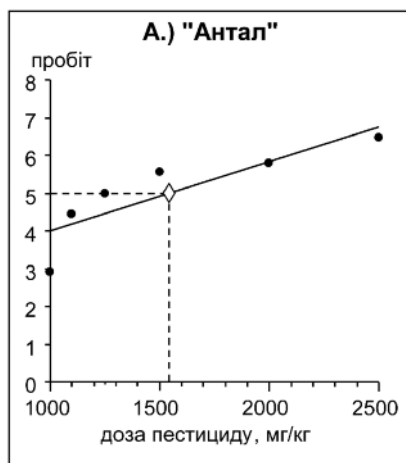


Рис. 1. Крива "доза-ефект" для пестицидів "Антал" та "Нео" при їх введенні японським перепелам.

ту) у частини особин спостерігається утруднене дихання, тварини можуть сидіти або лежати; ці симптоми, як правило, зникають наступної доби (якщо перепел не гине). Смертність спостерігається в основному в перші 3 доби

після введення препарату. У перепелів, що вижили, протягом 3-5 діб симптоми отруєння поступово слабшають і зникають (спостерігається реакція "опущене пір'я", в ряді випадків - з гіпоактивністю), слабкі симптоми отруєння у деяких перепелів залишаються до 7 діб. У подальшому (8-14 доба) симптомів отруєння та смертності не спостерігається.

На основі отриманих даних методом графічного пробіт-аналізу було розраховано напівлетальну дозу ( $LD_{50}$ ) (рис. 1Б). З цього рисунка видно, що напівлетальна доза ( $LD_{50}$ ) суміші пестициду "Нео" і ПАР "Мікс", яка відповідає значенню  $X$  на кривій "доза-ефект" при  $Y=5$ , становить 2812 мг/кг маси тіла. В даній дозі міститься 469 мг чистого пестициду "Нео", а нікосульфурону, який є діючою речовиною, — 352 мг.

Стандартна похибка, визначена за формулою (1), становить:

$$S_{LD_{50}} = \frac{3784 - 1840}{\sqrt{2 \times 70}} = 164 \text{ мг/кг маси тіла.}$$

95 %-вий довірчий інтервал (довірчий інтервал при  $P < 0,05$ ), підрахований за формулою (2), становить:

$$\Delta LD_{50} = 1,96 \times \frac{3784 - 1840}{\sqrt{2 \times 70}} = 322 \text{ мг/кг маси тіла.}$$

Таким чином, напівлетальна доза ( $LD_{50}$ ) пестициду "Нео"+ПАР "Мікс" (1:5) для птахів (японських перепелів, *Coturnix coturnix japonica*) при пероральному однократному введенні становить  $2812 \pm 164$  мг/кг маси тіла, а 95 %-вий довірчий інтервал (довірчий інтервал при  $P < 0,05$ ) - від 2490 до 3134 мг/кг маси тіла.

## ЛІТЕРАТУРА

- Guidelines United States Environmental Protection Agency: Pesticides and Toxic Substances: Avian acute oral toxicity test.- Washington, 1996.
- Токсикологическая химия. Метаболизм и анализ токсикантов / Е.Ю. Афанасьева, Е.Я. Борисова, О.Л. Верстакова [и др.]. — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008. — 1016 с.
- Экологическая токсикология / В.С. Безель, Е.А. Бельский, Д.В. Веселкин [и др.]. — Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2001. — 135 с.
- Токсикологическая химия з експрес-аналізом гострих інтоксикацій / В.С. Бондар, О.О. Маміна, С.А. Карпушина [та ін.] . — Харків: Видавництво НфаУ, 2004. — 79 с.
- Захаренко А.В. Гербициды. — Москва: Изд-во МСХА, 2000. — 95 с.
- Исаенко В.М. Основы экологической токсикологии. / В.М. Исаенко — Київ: НАУ, 2007. — 67 с.
- Основы токсикологии / П.П. Кукин, Н.Л. Пономарев, К.Р. Таранцева [и др.] А.В. Захаренко. — Москва: Высшая школа, 2008. — 279 с.
- Пестициды: Справочник / В.И. Мартыненко, В.К. Промоненков, С.С. Кукаленко [и др.]. — Москва: Агропромиздат, 1992. — 368 с.
- Методические указания по гигиенической оценке новых пестицидов. — Киев, 1988. — 212 с.
- Михайловська Т.М. Екологічна токсикологія/Т.М. Михайловська. — Чернівці: Рута, 2007. — 88 с.
- Михайловська Т.М. Методи аналізу токсикологічної хімії/Т.М. Михайловська.— Чернівці: Рута, 2007.— 88 с.
- Токсикологическая химия / Т.В. Плетнева, Е.М. Саломатин, А.В. Сыроешкін [и др.].— Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2006.— 509 с.
- Плохинский Н.А. Математические методы в биологии/ А.А. Плохинский.— Москва: Изд-во Московского ун-та, 1978.— 265 с.
- Основы токсикологии / Г.Г. Роцин, А.П. Строкань, А.С. Тимченко [и др.].— Київ: КНУТД, 2007.— 138 с.
- Ступников А.А. Токсичность гербицидов и арборицидов и профилактика отравлений животных / А.А. Ступников. — Ленинград: Колос, 1975.— 240 с.

Надійшла до редакції 24.10.2012 р.