

# НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Факультет захисту рослин, біотехнології та екології

УДК 502:661.16

# НУБІП України

**ПОГОДЖЕНО** **ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**

Декан факультету (Директор ННІ)  
Факультет захисту рослин,  
біотехнології та екології  
(назва факультету (ННІ))

Завідувач кафедри  
Екології агросфери та екологічного контролю  
(назва кафедри)

# НУБІП України

Ю. В. Коломієць (ПІБ) 20 р.  
О. І. Наумовська (ПІБ) 20 р.

## МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

# НУБІП України

на тему: Екологічна оцінка агрохімікатів у системі їх державних випробувань і реєстрації

Спеціальність

101 «Екологія»  
(код і назва)

Освітня програма

Екологічний контроль та аудит  
(назва)

Орієнтація освітньої програми

Освітньо-професійна  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

# НУБІП України

Гарант освітньої програми

Доктор сільськогосподарських наук, професор  
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

В. М. Чайка  
(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Професор, доктор  
сільськогосподарських наук  
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Макаренко Н. А.  
(ПІБ)

Виконав

(підпис)

Данільченко В. Б.

(ПІВ студента)

# НУБІП України

КИЇВ – 2021

## Завдання

для виконання дипломної роботи за темою  
**«Екологічна оцінка агрохімікатів у системі їх державних  
 випробувань і реєстрації»**

### 1. За аналізом літературних джерел вивчити наступні питання:

законодавча і нормативна база, що регулює поводження з агрохімікатами;

- процедура державних випробувань агрохімікатів;
- процедура державної реєстрації агрохімікатів;

можливі негативні впливи агрохімікатів на компоненти екосистем;

екотоксикологічна оцінка агрохімікатів згідно вітчизняних і міжнародних методів.

### 2. Оволодіти методами експериментальних досліджень:

метод екотоксикологічного оцінювання агрохімікатів (загальні принципи);

метод екотоксикологічної оцінки агрохімікатів за реакцією мікроорганізмів ґрунту;

метод екотоксикологічної оцінки агрохімікатів за реакцією водних організмів;

метод побудови графіків, що відбивають залежність «доза-ефект», включаючи побудову лінії тренду;

метод статистичного обробітку експериментальних даних.

### 3. Провести експериментальні дослідження за наступною схемою:

дослідити вплив агрохімікатів на N-мінералізацію ґрунту;

дослідити вплив агрохімікатів на організми водної екосистеми;

провести розрахунки екологічного прогнозу небезпечності агрохімікатів для ґрунтової і водної екосистем.

### 4. Сформулювати висновки і рекомендації

5. Підготувати до друку тези

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## Реферат

Дипломна робота: 113с., 18 таблиць, 50 графіків, 46 джерел

Мета роботи – Провести екологічне оцінювання біопрепаратів “Азотофіт-Т” та “МікоХелп”, згідно з діючою методикою щодо оцінювання безпечності препаратів та їх відповідності встановленим рівням безпечності.

Об’єкт дослідження – Біопрепарати “Азотофіт-Т” та “МікоХелп”, реакція тест-об’єктів на різні концентрації даних препаратів.

Методи дослідження – Тест LD50, Метод екотоксикологічного оцінювання агрохімікатів ( За реакцією мікроорганізмів ґрунту – ISO 14238:1997, IDT), Метод екотоксикологічної оцінки агрохімікатів за реакцією вищих рослин ( Метод визначення інгібіторної дії на ріст коренів – ISO 11269-1:1993; Метод визначення інгібіторної дії на проростання насіння – ISO 17126:2005), Метод екотоксикологічної оцінки агрохімікатів за реакцією водних організмів ( Визначення гострої детальної токсичності на *Daphnia magna* Straus – ДСТУ 4173:2003); (Тест на пригнічення росту *Lemma minor* – ISO 20079:2005); Метод побудови графіків, що відбивають залежність “доза-ефект”, включаючи побудову лінії тренду; Метод статистичного обробітку експериментальних даних.

В першому розділі досліджено та висвітлено основні нормативно-правові аспекти дослідження і поводження з агрохімікатами, а також проведення державних випробувань та механізм регулювання державних випробувань пестицидів та агрохімікатів.

В другому розділі наведена методика, на якій базується виконання даної роботи, а саме – загальні принципи методу екотоксикологічного оцінювання агрохімікатів, метод визначення токсичності за показником мінералізації азоту в ґрунті, метод екоекотоксикологічної оцінки агрохімікатів за реакцією вищих рослин, метод визначення інгібіторної дії на ріст коренів, метод визначення інгібіторної дії на проростання насіння, метод екотоксикологічної оцінки

НУБІП України  
агрохімікатів за реакцією водних організмів (з використанням тваринних і рослинних стандартних тест-об'єктів), метод побудови графіків, що відбивають залежність “доза-ефект”, та метод статистичної обробки експериментальних даних.

НУБІП України  
В третьому розділі представлені результати проведених досліджень, відображені в таблицях та графіках, що дозволяють більш наочно відобразити підсумки проведеної роботи. Також під графіками наведено короткі описи з поясненням процесів та основних закономірностей ходу виконання дослідів. В

НУБІП України  
кінці розділу наведені сформовані висновки та рекомендації щодо досліджуваних препаратів.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України	Зміст	
Реферат	.....	4
Зміст	.....	6
Вступ	.....	8
РОЗДІЛ 1. ЗАКОНОДАВЧА І НОРМАТИВНА БАЗА, ЩО РЕГУЛУЄ ПОВЕДІННЯ З АГРОХІМКАТАМИ	.....	12
1.1 Регулювання державних випробувань пестицидів та агрохімікатів	.....	16
1.2 Проведення державних випробувань пестицидів і агрохімікатів	.....	20
1.3. Можливі негативні впливи агрохімікатів на компоненти екосистем	.....	25
1.4. Екотоксикологічна оцінка агрохімікатів згідно вітчизняних і міжнародних методів	.....	30
1.5. Міжнародна регламентація біоцидних продуктів	.....	33
1.6 Настанови ОЕСР щодо екотоксикологічних випробувань хімічних речовин	.....	35
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ЕКОТОКСИКОЛОГІЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ АГРОХІМКАТІВ	.....	38
2.1. Історичні перспективи тесту на токсичність LD50 (летальна доза 50%)	.....	38
2.2. Метод екотоксикологічного оцінювання агрохімікатів	.....	39
2.3 Метод екотоксикологічної оцінки агрохімікатів за реакцією мікроорганізмів ґрунту	.....	42
2.4. Метод екотоксикологічної оцінки агрохімікатів за реакцією вищих рослин	.....	44
2.4.1 Метод визначання інгібіторної дії на ріст коренів	.....	44
2.4.2 Метод визначання інгібіторної дії на проростання насіння	.....	45
2.5. Метод екотоксикологічної оцінки агрохімікатів за реакцією водних організмів	.....	46
2.5.1 Якість води. Визначення гострої летальної токсичності на <i>Daphnia magna</i> Straus	.....	46
2.5.2 Тест на пригнічення росту <i>Lemna minor</i>	.....	47

2.5.3	Метод побудови графіків, що відбивають залежність «доза-ефект», включаючи побудову лінії тренду .....	48
2.4.4	Метод статистичного обробітку експериментальних даних .....	50
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ .....		52
3.1	Оцінка агрохімікатів за впливом на N-мінералізацію ґрунту .....	52
3.1.1	Вплив препарату Азотофіт-Т на N-мінералізацію ґрунту .....	52
3.1.2	Вплив препарату МікоХелп на N-мінералізацію ґрунту .....	55
3.2	Оцінка агрохімікатів за реакцією вищих рослин .....	58
3.2.1	Метод визначання інгібіторної дії на ріст коренів (ISO 11269-1:1993, IDT) .....	58
3.2.1.1	Визначання інгібіторної дії на ріст коренів препарату Азотофіт-Т .....	58
3.2.1.2	Метод визначання інгібіторної дії на ріст коренів препарату МікоХелп .....	61
3.2.2	Дослід на проростання насіння салату ( <i>Lactuca sativa</i> L.) (ISO 17126:2005, IDT) .....	63
3.2.2.1	Вплив на проростання насіння салату препарату Азотофіт-Т .....	64
3.2.2.2	Вплив на проростання насіння салату препарату МікоХелп .....	66
3.3	Екотоксикологічна оцінка агрохімікатів за впливом на організми водної екосистеми .....	69
3.3.1	Екотоксикологічна оцінка агрохімікатів за впливом на <i>Daphnia magna Straus</i> .....	69
3.3.2	Оцінка препарату Азотофіт-Т за реакцією <i>Daphnia magna Straus</i> .....	70
3.3.2.1	Оцінка препарату МікоХелп за реакцією <i>Daphnia magna Straus</i> .....	77
3.4	Екотоксикологічна оцінка агрохімікатів за впливом на <i>Lemna minor</i> .....	85
3.4.1	Контрольна група рослинних тест-об'єктів ( <i>Lemna minor</i> ) .....	85
3.4.2	Оцінка препарату Азотофіт-Т за реакцією <i>Lemna minor</i> .....	86
3.4.3	Оцінка препарату МікоХелп за реакцією <i>Lemna minor</i> .....	93
Загальний висновок до проведеної роботи .....		101
Рекомендації щодо застосування препаратів .....		103
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....		106

# НУБІП України

Вступ

**Актуальність теми дипломної роботи.** Безпечність вирощених

продуктів сільського господарства – основа для життя здорового населення.

Тестування препаратів, які використовуються в аграрному секторі має досить високе значення, оскільки дозволяє вирощувати безпечну, чисту та якісну продукцію. Екоотоксикологічні дослідження дозволяють з'ясувати, наскільки шкідливими і в яких концентраціях використані препарати будуть становити

загрозу як для людини, так і для оточуючого середовища, такого як водні

об'єкти, пил, корисні комахи. В свою чергу, використання національних методик в поєднанні з міжнародним досвідом, дають змогу всебічно та якісно

встановити рівень загрози від використання широкого спектру пестицидів та агрохімікатів, що використовуються для вирощування сільськогосподарської

продукції в аграрних країнах. На дотриманні нормативів та якісно проведених дослідів з екоотоксикології тримається продовольча безпека країни та здоров'я населення.

**Мета роботи** - провести екологічне оцінювання біопрепаратів

“Азотофіт-Г” та “МікоХелп” та встановити рівень їх безпечності відносно біоти природних екосистем.

**Завдання дослідження**, які поставлені та вирішені для досягнення мети

роботи:

**1. За аналізом літературних джерел вивчити наступні питання:**

– законодавча і нормативна база, що регулює поводження з агрохімікатами;

– процедура державних випробувань агрохімікатів;

– процедура державної реєстрації агрохімікатів;

– можливі негативні впливи агрохімікатів на компоненти екосистем;



# НУВБІП УКРАЇНИ

екотоксикологічна оцінка агрохімікатів згідно вітчизняних і міжнародних методів.

## 2. Оволодіти методами експериментальних досліджень:

- метод екотоксикологічного оцінювання агрохімікатів (загальні принципи);
- метод екотоксикологічної оцінки агрохімікатів за реакцією мікроорганізмів ґрунту;
- метод екотоксикологічної оцінки агрохімікатів за реакцією водних організмів;
- метод побудови графіків, що відбивають залежність «доза-ефект», включаючи побудову лінії тренду;
- метод статистичного обробітку експериментальних даних.

## 3. Провести експериментальні дослідження за наступною схемою:

- дослідити вплив агрохімікатів на N-мінералізацію ґрунту;
- дослідити вплив агрохімікатів на організми водної екосистеми;
- провести розрахунки екологічного прогнозу небезпечності агрохімікатів для ґрунтової і водної екосистем.

## 4. Сформулювати висновки і рекомендації

## 5. Підготувати до друку тези

**Об'єкт дослідження** - Біопрепарати "Азотофіт-Т" та "МікоХелп", тест-об'єкти.

**Предмет дослідження** - реакція стандартних тест-об'єктів на різні концентрації препаратів "Азотофіт-Т" та "МікоХелп", дослідження їх рівня токсичності.

**Методи дослідження**, які використовувалися в процесі дослідження та обробки матеріалів. Тест LD50, Метод екотоксикологічного оцінювання агрохімікатів (За реакцією мікроорганізмів ґрунту ISO 14238:1997, ІДТ), Метод екотоксикологічної оцінки агрохімікатів за реакцією вищих рослин (

Метод визначення інгібіторної дії на ріст коренів – ISO 11269-1:1993; Метод визначення інгібіторної дії на проростання насіння (ISO 17126:2005); Метод екотоксикологічної оцінки агрохімікатів за реакцією водних організмів (

Визначення гострої летальної токсичності на *Daphnia magna* Straus – ДСТУ 4173:2003); (Тест на пригнічення росту *Lemna minor* – ISO 20079:2005); Метод побудови графіків, що відбивають залежність “доза-ефект”, включаючи побудову лінії тренду; Метод статистичного обробітку експериментальних даних.

**Структура роботи.** Основна частина магістерської роботи складається з трьох розділів. В першому розділі досліджено та висвітлено основні нормативно-правові аспекти дослідження і поводження з агрохімікатами, а також проведення державних випробувань та механізм регулювання державних випробувань пестицидів та агрохімікатів.

В другому розділі наведена методика, на якій базується виконання даної роботи, а саме – загальні принципи методу екотоксикологічного оцінювання агрохімікатів, метод визначення токсичності за показником мінералізації азоту в ґрунті, метод екотоксикологічної оцінки агрохімікатів за реакцією вищих рослин, метод визначення інгібіторної дії на ріст коренів, метод визначення інгібіторної дії на проростання насіння, метод екотоксикологічної оцінки агрохімікатів за реакцією водних організмів (з використанням тваринних і рослинних стандартних тест-об’єктів), метод побудови графіків, що відбивають залежність “доза-ефект”, та метод статистичної обробки експериментальних даних.

В третьому розділі представлені результати проведених досліджень, відображені в таблицях та графіках, що дозволяють більш наочно відобразити підсумки проведеної роботи. Також під графіками наведено короткі описи з поясненням процесів та основних закономірностей ходу виконання дослідів. В кінці розділу наведені сформовані висновки та рекомендації щодо досліджуваних препаратів.

**НУБІП УКРАЇНИ**  
Фактологічну основу роботи складають періодичні видання, Закони України, Постанова Кабінету Міністрів України, Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, навчальні посібники та статті закордонних авторів.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

## РОЗДІЛ 1. ЗАКОНОДАВЧА І НОРМАТИВНА БАЗА, ЩО РЕГУЛЮЄ ПОВЕДІННЯ З АГРОХІМІКАТАМИ

Агрохімікати — органічні та мінеральні добрива, бактеріальні препарати, хімічні меліоранти, регулятори росту рослин та інші речовини, які застосовують для підвищення родючості ґрунтів, урожайності сільськогосподарських культур і поліпшення якості продукції рослинництва [1].

В Україні прийнято ряд нормативно-правових актів, що регулюють правові відносини у сфері використання пестицидів [1].

Рамковим документом, що регулює питання поводження з пестицидами є Закон України «Про пестициди і агрохімікати» від 2 березня 1995 року. Цей Закон встановлює загальні положення поводження з пестицидами, вимоги до проведення державних випробувань та державної реєстрації пестицидів, агрохімікатів і технічних засобів їх застосування, до виробництва, транспортування, реалізації, зберігання, застосування, утилізації, знищення та знешкодження пестицидів, реалізації державної політики, здійснення державного нагляду і державного контролю за додержанням законодавства про пестициди, якості за критеріями безпеки сільськогосподарської сировини і харчових продуктів та встановлює відповідальність за порушення законодавства про пестициди [1].

26 вересня 2002 року Україна приєдналася до Роттердамської конвенції про процедуру попередньої обґрунтованої згоди відносно окремих небезпечних хімічних речовин та пестицидів у міжнародній торгівлі, прийнятої 10 вересня 1998 року. Ця Конвенція спрямована на врегулювання міжнародної торгівлі окремими небезпечними хімічними речовинами з метою охорони здоров'я людини та навколишнього середовища від потенційного шкідливого впливу та заохочення їх екологічно обґрунтованого використання шляхом сприяння

обміну інформацією, запровадження процедури прийняття рішень щодо їхнього імпорту та експорту на національному рівні [1].

В Україні ухвалено ряд нормативно-правових актів, що спрямовані на конкретизацію вимог Закону “Про пестициди і агрохімікати”. До них належать

[1]:

- Порядок проведення державних випробувань, державної реєстрації та перереєстрації, ведення переліків пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 04.03.1996 р. №295 [1],

- Порядок надання дозволу на ввезення та застосування незареєстрованих пестицидів і агрохімікатів іноземного виробництва, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 04.03.1996 р.

№288 [1],

- Постанова Кабінету Міністрів України від 19.02.1996 р. №226 “Про державний нагляд і державний контроль за подержання законодавства про пестициди і агрохімікати” [1],

- Порядок застосування пестицидів і агрохімікатів на територіях, що зазнали радіоактивного забруднення, та в зонах надзвичайних екологічних ситуацій, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 16.01.1996 р. №92 [1],

- Порядок вилучення, утилізації, знищення та знешкодження непридатних або заборонених до використання пестицидів і агрохімікатів та тари від них, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 27.03.1996 р. №354 [1]

- Методика вилучення, утилізації та знищення сільськогосподарської сировини і харчових продуктів, що зазнали впливу пестицидів та агрохімікатів і непридатні до використання, затверджена Першим заступником Головного державного санітарного лікаря України від 07.03.1996 р. за № 5.08.07/306 [1].

• Порядок державного обліку наявності та використання пестицидів і агрохімікатів, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 02.11.1995 р. №881 [1],

• Порядок одержання допуску (посвідчення) на право роботи, пов'язаної з транспортуванням, зберіганням, застосуванням та торгівлею пестицидами і агрохімікатами, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 18.09.1995 р. №746 [1],

• Тимчасове положення про державні випробування та реєстрацію хімічних, біологічних засобів захисту, феромонів та регуляторів росту рослин і добрив в Україні, затверджене наказом Державної міжвідомчої комісії України у справах випробувань і реєстрації засобів захисту та регуляторів росту рослин і добрив від 15.06.1995 р. № 22 [1],

• Ліцензійні умови провадження господарської діяльності з виробництва пестицидів та агрохімікатів, оптової, роздрібною торгівлі пестицидами та агрохімікатами, затверджені наказом Державного комітету України з питань регуляторної політики та підприємництва, Державного комітету промислової політики України від 22.02.2001 р. № 40/70 [1],

• Порядок надання погодження на одержання ліцензії на імпорт інсектицидів та родентицидів, затверджений наказом Міністерства екології та природних ресурсів України від 15.11.2000 р. № 197 тощо [1].

Законом України "Про Пестициди та Агрохімікати", регулюються правові відносини, пов'язані з державною реєстрацією, виробництвом, закупівлею, транспортуванням, зберіганням, торгівлею та безпечним для здоров'я людини і навколишнього природного середовища застосуванням пестицидів, агрохімікатів, визначає права і обов'язки підприємств, установ, організацій та громадян, а також повноваження органів виконавчої влади і посадових осіб у цій сфері [1].

Основними принципами державної політики у сфері діяльності, пов'язаної з пестицидами і агрохімікатами, згідно з цим Законом є [1].



НУВБІП УКРАЇНИ

пріоритетність збереження здоров'я людини і охорони навколишнього природного середовища по відношенню до економічного ефекту від застосування пестицидів і агрохімікатів [1];

НУВБІП УКРАЇНИ

державна підконтрольність їх ввезення на митну територію України, реєстрації, виробництва, зберігання, транспортування, торгівлі і застосування;

обґрунтованість їх застосування [1];

НУВБІП УКРАЇНИ

мінімалізація використання пестицидів за рахунок впровадження біологічного землеробства та інших екологічно безпечних, нехімічних методів захисту рослин [1];

НУВБІП УКРАЇНИ

безпеку для здоров'я людини та навколишнього природного середовища під час їх виробництва, транспортування, зберігання, випробування

і застосування за умови дотримання вимог, встановлених санітарними нормами та іншими нормативно-правовими актами [1].

НУВБІП УКРАЇНИ

Згідно з зазначеним вище Законом, пестициди і агрохімікати вітчизняного, а також іноземного виробництва, що завозяться для використання

на територію України, повинні відповідати таким вимогам: висока біологічна ефективність щодо цільового призначення; безпеку для здоров'я людини та

НУВБІП УКРАЇНИ

навколишнього природного середовища за умови дотримання регламентів їх застосування; відповідність санітарним нормам та іншим нормативно-правовим актам [2].

НУВБІП УКРАЇНИ

Ввезення на митну територію України незареєстрованих пестицидів і агрохімікатів, що використовуються для державних випробувань та наукових досліджень, у науково обґрунтованих обсягах здійснюється відповідно до

планів державних випробувань і наукових досліджень, а також обробленого ними насінневого (посадкового) матеріалу - за дозволом, що видається

НУВБІП УКРАЇНИ

центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони навколишнього природного середовища, в порядку, встановленому

Кабінетом Міністрів України [3].

Митні органи здійснюють відповідні митні формальності, необхідні для випуску у вільний обіг на митній території України пестицидів і агрохімікатів, на підставі Переліку агрохімікатів, дозволених до ввезення на митну територію

України, виробництва, торгівлі, застосування та рекламування без їх державної реєстрації згідно з додатком до цього Закону, а також відповідних дозволів або інформації про державну реєстрацію пестицидів і агрохімікатів, отриманих від центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони навколишнього природного середовища, з використанням механізму "єдиного вікна" відповідно до Митного кодексу України [3].

### **1.1 Регулювання державних випробувань пестицидів та агрохімікатів**

Відповідно до ст.5 даного Закону, регулювання державних випробувань відбувається наступним чином [3]:

Державні випробування пестицидів і агрохімікатів вітчизняного та іноземного виробництва проводяться з метою біологічної, токсикологічної та екологічної оцінки і розроблення регламентів їх застосування [3].

Державні випробування пестицидів і агрохімікатів проводяться на підприємствах, в установах і організаціях за рішенням центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони навколишнього природного середовища, в порядку, затвердженому Кабінетом Міністрів України [3].

Згідно з Наказом Міністерства захисту довкілля, вимоги до надання уповноважень на проведення процедури реєстрації пестицидів та агрохімікатів відбуваються з метою отримання уповноваження науково-дослідна установа, підприємство чи організація подає до Міндовкілля: заяву на отримання уповноваження за формою згідно з додатком 1 до цього Порядку [4];

Відомості про наявність відповідної матеріально-технічної бази, необхідної для проведення державних випробувань, за формою згідно з додатком 2 до цього Порядку разом з копіями підтверджувальних документів,



засвідченими підписом керівника науково-дослідної установи, підприємства чи організації, що дають можливість її ідентифікувати, а також засвідченими підписом керівника науково-дослідної установи, підприємства чи організації документів, що підтверджують право власності або оренди на зазначену матеріально-технічну базу [4];

Відомості про паспорт та декларацію відповідності випробувальної лабораторії; відомості про кадровий склад науково-дослідної установи, підприємства чи організації із зазначенням освіти працівників, кваліфікації, стажу роботи за напрямом, функціональних обов'язків за формою згідно з додатком 3 до цього Порядку та відповідні копії документів [4];

Відомості про наявність ліцензії на провадження господарської діяльності з поводження з небезпечними відходами або наявність договірних відносин з суб'єктом господарювання, який має таку ліцензію, разом із засвідченими підписом керівника науково-дослідної установи, підприємства чи організації копіями підтвердних документів [4];

Відомості про наявність допуску (посвідчення) на право роботи із пестицидами і агрохімікатами та копії відповідних документів, засвідчені у встановленому порядку; затверджені науково-дослідною установою, підприємством чи організацією методики проведення державних випробувань препаратів, згідно з 4 рекомендаціями Міндовкілля, крім методик проведення токсиколого-гігієнічної оцінки, що затверджуються МОЗ [4];

Затвердженій науково-дослідною установою, підприємством чи організацією порядок поводження зі зразками препаратів, що включає етапи прийняття та реєстрації зразків; погодження замовлення, маркування зразків [4];

Пробопідготовку та розподіл завдань; виконання випробувань та звітування щодо результатів випробувань, зберігання зразків, утилізацію зразків [4].

2. Науково-дослідні установи, підприємства чи організації, які бажають отримати уповноваження на проведення біологічної оцінки препаратів, крім документів, передбачених пунктом 1 цього розділу, надають [4]:

Відомості про наявність дослідних земельних ділянок в різних ґрунтово-кліматичних зонах (не менш ніж дві зони), призначених для проведення польових та виробничих державних випробувань препаратів, за формою згідно з додатком 4 до цього Порядку разом із засвідченими підписом керівника науково-дослідної установи, підприємства чи організації копіями документів, що підтверджують право власності або користування земельними ділянками [4];

Копію агрохімічного паспорта вказаних дослідних земельних ділянок;

Затверджену науково-дослідною установою, підприємством чи організацією структуру наукових звітів, які визначають біологічну ефективність препарату. Відомості про наявність матеріально-технічної бази повинні містити інформацію про: наявність (власної або орендованої) випробувальної лабораторії, що визначає біологічну ефективність препаратів та дозволяє відтворювати задекларовані методики [4];

Копію діючого атестата про акредитацію відповідно до вимог ДСТУ ISO/IEC 17025:2017 з додатками [4];

Копію свідоцтва з акредитації на проведення робіт з гігієнічної регламентації небезпечних факторів з додатками [4];

Наявність обладнання для підготовки робочих розчинів препаратів із зазначенням їх характеристик (ваги, дозатори, межа та точність вимірювань). Відомості щодо метрологічної повірки обладнання, здійсненої в установленому порядку, для підготовки робочих розчинів препаратів [4];

Наявність власних або орендованих технічних засобів застосування препаратів із зазначенням їх характеристик: тип обприскувача, кількість та тип форсунок, робочий тиск, об'єм бака, витрата робочого розчину [4];

Наявність засобів індивідуального захисту персоналу, що працює з препаратами; документ щодо калібрування вказаних технічних засобів застосування (протокол калібрування) [4].

3. Науково-дослідні установи, підприємства чи організації, які бажають отримати уповноваження на проведення екологічної оцінки препаратів крім документів, передбачених пунктом 1 цього розділу, надають затверджену установою структуру наукових звітів, які визначають екологічну оцінку впливу препарату на нецільові об'єкти. Відомості про наявність матеріально-технічної бази повинні містити інформацію про [4]:

Наявність (власної або орендованої) випробувальної лабораторії, що дає можливість проводити оцінку екологічної безпечності препаратів та дозволяє відтворювати задекларовані методики; наявність обладнання для підготовки робочих розчинів препаратів із зазначенням їх характеристик: ваги, дозатори, межа та точність вимірювань [4];

Відомості щодо метрологічної повірки обладнання, здійсненої в установленому порядку, для підготовки робочих розчинів препаратів;

Наявність засобів індивідуального захисту персоналу, що працює з препаратами [4].

4. Науково-дослідні установи, підприємства чи організації, які бажають отримати уповноваження на проведення токсиколого-гігієнічної оцінки препаратів, крім документів, передбачених пунктом 1 цього розділу, надають підтвердження включення установи до переліку науково-дослідних установ, підприємств та організацій, які мають право проводити токсиколого-гігієнічні (медико-біологічні) дослідження препаратів, та переліку науково-дослідних установ, підприємств та організацій, які виконують роботи з гігієнічної регламентації небезпечних факторів [4].

5. У разі, якщо науково-дослідна установа, підприємство чи організація, що подає заяву на надання уповноваження, має відокремлені структурні

підрозділи, які здійснюватимуть дії щодо проведення державних випробувань препаратів, до заяви додаються відомості про наявність у таких відокремлених структурних підрозділів відповідної матеріально-технічної бази та кадрового

забезпечення разом із засвідченими підписом керівника науково-дослідної установи, підприємства чи організації копіями відповідних підтвердних документів [4].

6. Зазначені у пунктах 1 – 5 цього розділу документи формуються у справу, прошиваються, нумеруються та засвідчуються підписом керівника науково-дослідної установи, підприємства чи організації або уповноваженої особи та подаються в електронній та паперовій формі. 7. Уповноважена науково-дослідна установа, підприємство чи організація зобов'язана повідомляти Міндовкілля про всі зміни даних у документах, що подавались для

отримання уповноваження, протягом місяця з дня настання таких змін шляхом подання відповідного повідомлення в паперовій та електронній формі разом з копіями підтвердних документів [4].

## **1.2 Проведення державних випробувань пестицидів і агрохімікатів**

Державні випробування пестицидів і агрохімікатів проводяться у два етапи: польові і виробничі [5].

Метою польових випробувань є встановлення або підтвердження біологічної ефективності нових пестицидів і агрохімікатів порівняно з тими, що застосовуються, розроблення тимчасових регламентів їх застосування та поглиблене вивчення препаративних форм [5].

Сільськогосподарська продукція, отримана в результаті проведення польових випробувань пестицидів і агрохімікатів з новою діючою речовиною, підлягає знищенню з додержанням вимог санітарних правил щодо безпеки для здоров'я людини та охорони навколишнього природного середовища [5].

Виробничі випробування проводяться з метою підтвердження біологічної ефективності пестицидів і агрохімікатів у різних зонах України,

НУВБІП УКРАЇНИ уточнення та обґрунтування регламентів і способів їх застосування, санітарно-гігієнічних і екологічних нормативів, розроблення та модифікації методик визначення залишкових кількостей цих пестицидів і агрохімікатів та їх небезпечних метаболітів [5].

НУВБІП УКРАЇНИ 1. Державні випробування нових препаратів проводяться з метою біологічної, токсиколого-гігієнічної та екологічної оцінки і розроблення нормативів та регламентів їх безпечного застосування [5].

НУВБІП УКРАЇНИ Державні випробування препаратів проводяться в науково-дослідних установах на підприємствах і в організаціях, які входять до мережі державних випробувань, відповідно до Єдиних методичних вказівок, затверджених Мінприроди, а щодо токсиколого-гігієнічних (медико-біологічних) досліджень - в установах, атестованих МОЗ за затвердженими методиками [5].

НУВБІП УКРАЇНИ 2. Державні випробування препаратів з новою діючою речовиною проводяться протягом двох повних вегетаційних періодів. Дослідження нових препаратів, які не включалися до плану державних випробувань, але були проведені науково-дослідними установами, підприємствами і організаціями, зазначеними у пункті 2, є початком державних випробувань (за умови позитивних висновків зазначених науково-дослідних установ, підприємств і організацій). ( Абзац перший пункту 3 в редакції Постанови КМ N 1794 ( 1794-2000-п ) від 07.12.2000 ) За результатами польових випробувань Мінприроди визначає обсяги проведення державних випробувань, а у разі невстановлення або непідтвердження біологічної ефективності нового препарату порівняно з тими, що вже застосовуються, приймає рішення про зняття препарату з подальших державних випробувань [5].

НУВБІП УКРАЇНИ 3. Якщо поданий на державні випробування препарат містить діючу речовину, яка входить до складу вже зареєстрованого препарату того ж призначення і для тієї ж групи культур, термін державних випробувань може бути скорочений до одного повного вегетаційного періоду [5].

4. Державні випробування препаратів для закритого ґрунту, фумігації складських приміщень і запасів зерна, боротьби з мишовидними гризунами і побутовими комахами проводяться терміном до одного року [5].

5. Під час проведення державних випробувань препаратів установами МОЗ дається токсиколого-гігієнічна оцінка препарату та умов його застосування, розробляються необхідні гігієнічні нормативи та регламенти: під час польових випробувань - тимчасові, виробничих випробувань - постійні [5].

6. Установи, що входять до мережі державних випробувань препаратів, у разі потреби розробляють максимально допустимі рівні (МДР) у кормах, гранично допустимі рівні (ГДК) або орієнтовно допустимі рівні (ОДР) у воді водоймищ рибогосподарського призначення, ГДК у кормах для бджіл [5].

7. Під час проведення державних випробувань препаратів група експертів з методики визначення залишкових кількостей препаратів та метаболітів при Мінприроді апробує методи визначення залишкових кількостей препаратів, їх токсичних метаболітів у ґрунті, воді, повітрі, рослинах, кормах, продуктах харчування і подає їх на погодження до МОЗ та затвердження Мінприроди. ( Пункт 8 із змінами, внесеними згідно з Постановою КМ N 1794( 1794-2000-п ) від 07.12.2000 ) [5]

8. Для включення препарату до проекту плану випробувань заявник подає Мінприроді такі документи [5]: клопотання про включення препарату до плану державних випробувань; заявку на випробування препарату в двох примірниках; ( Абзац третій пункту 9 в редакції Постанови КМ N 1794 ( 1794-2000-п ) від 07.12.2000 ), матеріали, на підставі яких подається заявка на випробування препарату (досьє) у 2 примірниках; для вітчизняних препаратів копію довідки про патентну захищеність, технічні умови або проект на дослідну партію у 2 примірниках [5].

9. Клопотання про включення препаратів до плану державних випробувань на наступний рік приймаються Мінприроді до 1 грудня

поточного року. В разі потреби термін прийому клопотань може бути продовжений [5].

10. Матеріали заявників і проект плану державних випробувань препаратів проходять експертизу в МОЗ і Українській академії аграрних наук в термін до 45 календарних днів, при цьому визначаються обсяги необхідних досліджень і перелік науково-дослідних установ, підприємств та організацій (далі - виконавець), які відповідно до пункту 2 цього Порядку проводитимуть державні випробування препаратів, які затверджує Мінприроди [5].

За висновками експертизи план державних випробувань препаратів у десятиденний термін погоджується з МОЗ та затверджується Мінприроди [5].

Державній реєстрації підлягають препаративні форми пестицидів і агрохімікатів. Державна реєстрація пестицидів і агрохімікатів здійснюється центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони навколишнього природного середовища, на платній основі в порядку та розмірах, встановлених Кабінетом Міністрів України, на підставі позитивних результатів випробувань та матеріалів досліджень [5].

Обов'язковою умовою державної реєстрації пестицидів та агрохімікатів є наявність відповідної документації щодо їх безпечного застосування, включаючи позитивний висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи та позитивну еколого-експертну оцінку матеріалів, поданих для реєстрації пестицидів та агрохімікатів, методик визначення залишкових кількостей пестицидів і агрохімікатів у сільськогосподарській продукції, кормах, харчових продуктах, ґрунті, воді, повітрі [5].

У разі державної реєстрації пестицидів чи агрохімікатів в Україні забороняється протягом десяти років з дати такої реєстрації використовувати інформацію, що міститься в документації (досьє) щодо безпечного

застосування цих пестицидів, агрохімікатів, без дозволу суб'єкта господарювання, за зверненням якого здійснено реєстрацію [5].

Після державної реєстрації пестицидів та агрохімікатів органи, що здійснюють державний контроль за їх застосуванням, забезпечуються в порядку

встановленому Кабінетом Міністрів України, стандартними зразками пестицидів і агрохімікатів, методиками визначення їх залишкових кількостей [5].

Пестициди і агрохімікати реєструються терміном до десяти років.

Центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони навколишнього природного середовища, може встановити повну або тимчасову заборону на застосування пестицидів і агрохімікатів в разі надходження нових, раніше невідомих, даних про їх небезпеку. В окремих

випадках, у зв'язку з санітарно-епідемічною та природоохоронною ситуацією в країні (регіоні), центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері санітарного та епідемічного благополуччя населення, та центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері

охорони навколишнього природного середовища, вправі обмежити аж до припинення у встановленому порядку всі види діяльності з пестицидами і агрохімікатами [5].

Після закінчення терміну реєстрації пестицидів і агрохімікатів проводиться їх перереєстрація на платній основі в порядку та розмірах, встановлених Кабінетом Міністрів України [5].

Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених для використання, регламенти їх застосування та щорічні доповнення до нього ведуться центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони навколишнього природного середовища в порядку, передбаченому Кабінетом Міністрів України [5].



Державна реєстрація пестицидів і агрохімікатів є підставою для здійснення державного контролю шляхом запровадження санітарних заходів (процедур експертизи, інспектування та ухвалення) щодо наявності в харчових продуктах дозволеної центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері охорони здоров'я, кількості залишків пестицидів і агрохімікатів у харчових продуктах, що реалізуються на ринку України [6].

В підсумок до вищесказаного, можна зробити наступні висновки – основним нормативно-правовим документом, що регулює процедуру проведення та реєстрації агрохімікатів є Закон України “Про Пестициди та Агрохімікати”, який постійно доповнюється. Також важливими документами є Постанова Кабінету Міністрів “Про затвердження порядку проведення державних випробувань, державної реєстрації та перереєстрації, видання переліку пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні”, Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України “Про затвердження Порядку уповноваження науково-дослідних установ, підприємств та організацій на проведення державних випробувань пестицидів та агрохімікатів” та Роттердамська Конвенція [6].

### 1.3. Можливі негативні впливи агрохімікатів на компоненти екосистем

Азотні добрива. Основними джерелами доступного для рослин азоту є газоподібний азот із атмосфери та нітратний й амонійний азот із ґрунту. Умови азотного живлення мають велике значення для нормального росту і плодоношення усіх сільськогосподарських культур. При нестачі азоту ріст рослин різко погіршується. Порівняно з іншими елементами живлення він найбільше сприяє росту вегетативних органів, утворенню зав'язі, збільшенню урожаю та підвищенню його якості. Важлива роль азоту в підвищенні енергії фотосинтезу. Азот сприяє також активному росту коренів культурних рослин. Як нестача, так і надлишок азоту послаблює ріст коренів [7].

Надлишок азотних добрив блокує надходження доступної міді, а це призводить до зниження поживної цінності протеїну в кормах, негативно впливає на лежкість овочів та їхню якість для консервування. Надмірне азотне

живлення може викликати накопичення шкідливих для людини і тварин кількох етнів нітратів у рослинах. Азотне живлення рослин регулюють застосуванням азотних добрив [8].

Виробництво азотних добрив базується на синтезі аміаку з молекулярного азоту й водню. Азот одержують із повітря, а водень із природного газу, нафтових і коксових газів. Азотні добрива являють собою білий або жовтуватий кристалічний порошок (крім ціанаміду калію й рідких добрив), добре розчинні у воді, не поглинаються або слабо поглинаються ґрунтом. Тому азотні добрива легко вимиваються, що обмежує їхнє застосування восени як основне добриво. Більшість із них мають високу

гігроскопічність, тому потребують особливого пакування й зберігання. Мінеральні азотні добрива при внесенні у ґрунт впливають на ґрунтову мікрофлору, активізують життєдіяльність мікроорганізмів (бактерії, водорості, гриби, актиноміцети) і мікрофауни (найпростіші, нематоди). Частина азоту добрив (до 40%) використовується рослинами, частина втрачається з ґрунту внаслідок вимивання або звітрювання в результаті денітрифікації (до 50%), а також закріплюється в ґрунті в органічній формі (30%) [9].

Азотні добрива, внесені у великих дозах, змінюють властивості ґрунту: посилюється міграція по профілю ґрунту фульвокислот і гумінових кислот, катіонів кальцію та магнію, а також підкислюють ґрунт, що негативно впливає на кореневу систему рослин. При одноразовому внесенні високих доз азотних добрив збільшуються втрати поживних речовин, при цьому вимивається не лише азот добрив, але й ґрунту, оскільки під дією добрив посилюється

рухливість поживних речовин ґрунту. Тому внесення відповідних доз і форм азотних добрив є одним з головних факторів відтворення запасів азоту і підвищення продуктивності сільськогосподарського виробництва [10].

За токсичністю (отруйністю) та іншими ознаками дії на людину всі азотні добрива можна умовно поділити на три групи. До першої групи належать безводний аміак, аміачна вода, вуглеаміакати, амонію сульфат. Безводний аміак легко займається і може призвести до пожежі, а суміш аміаку з повітрям (15,5-

27% аміаку) вибухонебезпечна. Випаровування аміаку при концентрації аміаку 0,1 мг/л повітря викликає подразнення слизових оболонок дихальних шляхів, у

більших концентраціях викликають сильні напади кашлю, запаморочення. Концентрація аміаку 0,35-0,7 мг/л повітря небезпечна для життя людини і тварин. Тому працювати з безводним аміаком треба у протигазах, гумових

чоботах і рукавицях. Сульфат амонію з вмістом роданіду амонію понад 1 % стає отруйним. До другої групи азотних добрив належать сечовина, кальцієва і натрієва селітра. Ці добрива дуже гігроскопічні, потрапляючи на шкіру і

особливо на слизові оболонки, вони викликають їх подразнення. Крім того, аміачна селітра пожежо- і вибухонебезпечна, її не можна зберігати разом з

іншими мінеральними добривами, а також з органічними речовинами (вугіллям, напером, бавовною тощо). До третьої групи належать решта азотних добрив: амоній хлорид, амоній карбонат і амоній бікарбонат. Вони є мало

шкідливими для людини і тварин. Оскільки виробництво і застосування азотних добрив у світі з кожним роком збільшується, великого значення

набувають знання усіх причин непродуктивних втрат азоту з ґрунту у газоподібному стані і вміння ефективно використовувати азотні добрива з

мінімальними втратами. Гальмування процесів денітрифікації і мінералізації органічної речовини ґрунту (при інтенсивній механічній обробці ґрунту) має не

лише економічне, але й велике екологічне значення. Тому слід застосовувати таку систему обробітку ґрунту, яка б давала змогу раціональніше

використовувати органічну речовину ґрунту та його азот, що забезпечить економічніше використання промислових азотних добрив [11].

Фосфорні добрива. Фосфор один з найважливіших елементів живлення рослин, тому що входить до складу білків. Якщо азот у ґрунті може

НУВБІП УКРАЇНИ

поповнюватися шляхом біологічної фіксації його з повітря, то фосфати – тільки внесенням в ґрунт у вигляді добрив. Головні джерела фосфору – фосфорити, апатити, віваніт і відходи металургійної і м'ясної промисловості. Збагачені апатити є найкращою сировиною для виробництва промислових фосфорних добрив [12].

НУВБІП УКРАЇНИ

При внесенні фосфоритного борошна разом з фосфором у ґрунт потрапляють уран, радій та інші радіоактивні елементи, хоч і в незначних кількостях. Різні види суперфосфату містять різні кількості домішок важких металів. Так, залежно від виду добрива вміст кадмію коливається від 1 до 170 мг/кг. При систематичному внесенні підвищених доз суперфосфату, що містить близько 1,5% водорозчинного фтору, останній накопичується у великих кількостях і забруднює не тільки ґрунт, але й рослини. Підвищені кількості фтору пригнічують дію ферментів у рослині, гальмують фотосинтез і порушують білковий обмін. Негативно впливає фтор і на активність ґрунтової мікрофлори [13].

НУВБІП УКРАЇНИ

Калійні добрива. Калій відіграє значну роль в житті рослин. Найбільше його в молодих зростаючих органах, клітинному соку рослин, так як він сприяє швидкому нагромадженню вуглеводів. Калій посилює використання аміачного азоту під час синтезу амінокислот та білку. Під впливом калію підвищується вимостійкість рослин. Зазвичай це розчинні у воді солі соляної, сірчаної та вугільної кислоти. Багато калійних добрив являють собою природні калійні солі, що використовуються в розмеленому вигляді. Найбільші розробки калійних руд у Солікамську, на Західній Україні [14].

НУВБІП УКРАЇНИ

Значна кількість хлору в багатьох калійних добривах негативно впливає на ріст і розвиток рослин. Внесення великих доз калійних добрив може зумовити підвищену концентрацію хлорид-іонів, витіснити кальцій і магній з ґрунтового вбирного комплексу, а також посилити їх міграцію по профілю ґрунту. А натрій (супутній калію у калійній солі й силівніті), внесений у великих дозах, забруднює ґрунт, погіршує фізико-хімічні властивості багатьох

грунтів, особливо чорноземних, каштанових і солонцюватих, так як посилює їх засолення. Знаходження калію у кормах в надмірній кількості може викликати отруєння тварин. Калій легко розчиняється у воді й при внесенні поглинається

колоїдами ґрунту, тому він малорухомий, однак на легких ґрунтах легко вимивається [15].

Комплексні добрива поділяють за складом на: подвійні (азотнофосфорні, азотно-калійні, фосфорно-калійні) і потрійні (азотно-фосфорнокалійні); за

способом виробництва на: складні, складно-змішані (комбіновані) і змішані

добрива. Складні добрива промислового виробництва одержують при хімічній

взаємодії вихідних компонентів (калійна селітра, аммофос, діамфос), складно-змішані — у єдиному технологічному процесі із простих або складних добрив

(нітрофос, нітрофоска, нітроаммофос, нітроаммофоска, фосфорнокалійні, рідкі

комплексні). Змішані добрива одержують шляхом змішування простих. Складні

й складно-змішані добрива характеризуються високою концентрацією

поживних речовин, тому їх застосування забезпечує значне скорочення витрат господарства на їхнє транспортування, змішування, зберігання й внесення. До

числа недоліків комплексних добрив відноситься те, що пропорції у вмісті NPK

у них варіюють в нешироких межах. Тому при внесенні, наприклад, необхідної

кількості азоту, інших поживних елементів вноситься менше або більше, ніж потрібно [16].

У мінеральних добривах поряд з основними елементами живлення (азот,

фосфор, калій, кальцій, магній, сірка) містяться різноманітні домішки та

баластні речовини: солі важких металів, радіоактивні речовини, органічні сполуки. Ці домішки переходять з сировини, з якої добувають мінеральні

добрива, причому їх вміст може становити до 5 %. Більшість домішок належить

до токсичних речовин. Так, в карбаміді (сечовині) часто міститься шкідливий

для рослин біурет (0,5-3 %). Як мікродобрива часто використовуються різні

відходи промислових підприємств. Наприклад, міритний недогарок

застосовується як мідне добриво, хоча в ньому містяться також свинець,

миш'як та інші шкідливі речовини. Баластні речовини (хлор, натрій тощо), які надходять з добривами у ґрунт негати́вно впливають на його властивості, викликають зміни фізіологічних і біохімічних процесів у рослинах, погіршують

якість сільськогосподарської продукції, потрапляють у ґрунтові води,

забруднюють водоймища. Еколого-гігієнічна оцінка якості добрив залежить

також від їх агрегатного стану: високо концентровані рідкі добрива мають

високу здатність до випаровування, для твердих добрив важлива дисперсність

продукту, оскільки в токсикологічному відношенні найнебезпечнішими є

часточки розміром до 10-6 м (наприклад, томасшлак) [17].

Порушення балансу поживних речовин у ґрунті викликає підвищення

кислотності ґрунту та змінює рухливість мікроелементів, в тому числі важких

металів. Порушення оптимізації живлення рослин макро- і мікроелементами

призводить до різних захворювань рослин, погіршення якості рослинницької

продукції та нагромадження в ній нітратів [18].

Надходження елементів мінеральних добрив з ґрунту у підґрунті́вські води

або з поверхневим стоком у природні водоймища, що призводить до

евтрофікації водойм та до забруднення питної води. При підвищених дозах

добрив втрати (X) внаслідок вимивання збільшуються. Чим більше випадає

опадів, тим більше втрат поживних речовин. Евтрофікація – підвищення

біологічної продуктивності водойми внаслідок її збагачення елементами

живлення, що сприяє масовому розвитку водної рослинності і призводить до

“цвітіння” води та заморів риби через нестачу кисню у воді [19].

#### 1.4. Екоотоксикологічна оцінка агрохімікатів згідно вітчизняних і міжнародних методів

За останні десятиліття серед регуляторних організацій США,

європейських країн, Японії та інших розвинених країн відбулося багато

розробок та декілька заходів щодо методів та вказівок щодо випробувань на

токсичність та екоотоксичність, які в повній мірі використовують науково-



аналітичний технічний прогрес у моніторингу та дуже низькі концентрації забруднюючих речовин (спектроскопічні методи, хроматографія, мас-спектрометрія тощо). У 1995 р. Під тиском екологічної обізнаності щодо

проблем токсичності багатьох хімічних речовин та продуктів найважливіші

міжнародні організації заснували програму: Міжорганізаційну програму раціонального управління хімічними речовинами (ІОМС) для посилення співпраці та посилення координації у сфері хімічної безпеки. Організаціями-

учасниками були ФАО (Продовольча та сільськогосподарська організація ООН), МОП (Міжнародна організація праці), ПРООН (Програма розвитку

ООН), ЮНІСЕФ (Організація Об'єднаних Націй з навколишнього середовища),

UNIDO (Організація Об'єднаних Націй з промислового розвитку), UNCTAD

(Інститут підготовки та досліджень ООН), ВООЗ (Всесвітня організація

охорони здоров'я), Світовий банк та ОЕСР (Організація економічного

співробітництва та розвитку) [20].

ІОМС - це найвидатніший механізм ініціювання, сприяння та координації міжнародних дій для досягнення належного управління хімічними речовинами [20].

Організація економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) представляє 34 промислово розвинені країни Північної та Південної Америки,

Європи та Азії та Тихоокеанського регіону, а також Європейську комісію.

ОЕСР координує та гармонізує політику, обговорює питання, що становлять

взаємний інтерес, і спільно працюють задля реагування на міжнародні

проблеми в галузі торгівлі, навколишнього середовища та споживачів [20].

Комітети та робочі групи обслуговуються Секретаріатом ОЕСР, що знаходиться в Парижі, Відділ охорони навколишнього середовища, охорони

праці та безпеки публікує безкоштовні документи одинадцятьма різними

серіями: 1. Тестування та оцінка; 2. Належна лабораторна практика та

моніторинг відповідності; 3. Пестициди; 4. Біоциди; 5. Управління ризиками; 6.

Гармонізація регуляторного нагляду в бістехнологіях; 7. Безпека нових

продуктів харчування та кормів; 8. Хімічні аварії; 9. Реєстри викидів та

переносу забруднюючих речовин, 10. Документи сценарію викидів; 11. Безпека виготовлених наноматеріалів [20].

У США Агентство з охорони навколишнього середовища (EPA) бере участь у декількох заходах щодо керівних принципів та методів випробувань у вимірах навколишнього середовища та охорони здоров'я та безпеки людей. У минулому кожна розвинена країна встановлювала власні тести на токсичність та керівні принципи, що спричиняло велику плутанину в нормах міжнародної торгівлі хімічними речовинами та обґрунтованості методів випробувань.

Сьогодні керівні принципи випробувань на токсичні речовини та забруднювачі навколишнього середовища в розвинених країнах узгоджені з тими, що встановлені ОЕСР. EPA тісно співпрацює з іншими урядовими установами та

іншими країнами через ОЕСР для сприяння гармонізації керівних принципів тестування. Гармонізовані рекомендації щодо випробувань зменшують навантаження на виробників хімічних речовин та заощаджують наукові ресурси, включаючи мінімальне використання лабораторних дослідних тварин. Ті самі тести на токсичність також становлять основу для розподілу роботи та співпраці між усіма країнами ОЕСР, які охоплюють світову торгівлю. Крім

того, EPA є активним членом Міжвладного координаційного комітету США з валідації альтернативних методів (ICCVAM) з метою сприяння розробці, валідації та прийняттю нормативних актів нових та переглянутих методів

токсикологічних випробувань, які зменшують, вдосконалюють або замінюють тварин використання при тестуванні, зберігаючи наукову якість та захищаючи навколишнє середовище. ICCVAM співпрацює з Японським центром валідації альтернативних методів (JaCVAM) та Європейським центром валідації альтернативних методів (ECVAM) [21].

EPA та її Управління з хімічної безпеки та запобігання забрудненню (OCSPP) розробили низку Гармонізованих керівних принципів випробувань для використання у випробуваннях пестицидів та токсичних речовин та розробку даних випробувань для подання до Агентства. Ці рекомендації щодо тестування



були розроблені вченими ЕРА та особами, що не належать до ЕРА, що мають особливий інтерес чи досвід у цій темі, включаючи представників наукового співтовариства, промисловості, некомерційних організацій та інших урядів.

Деякі з цих настанов узгоджують вимоги ЕРА щодо даних із настановами,

встановленими ОЕСР. Настанови щодо випробувань ОCSPP організовані у такі

серії: 810 - Керівництво випробуванням продуктивності продукції, 830 -

Керівництво випробуванням властивостей виробу, 835 - Керівництво

випробуванням долі, транспорту та трансформації, 840 - Керівництво

випробуванням дрейфу розпилення, 850 - Керівництво випробуванням

екологічних ефектів, 860 - Рекомендації щодо випробування хімії залишків, 870

- Вказівки щодо випробувань на вплив на здоров'я, 875 - Вказівки щодо

випробувань на професійному та житловому впливах, 880 - Вказівки щодо

випробувань біохімічних речовин, 885 - Вказівки щодо випробувань на

мікробні пестициди, 890 - Вказівки щодо тестування програми скринінгу

ендокринних збудників [21].

### 1.5. Міжнародна регламентація біоцидних продуктів

Регламент про біоцидні продукти BPR, Регламент ЄС 528/2012

стосується розміщення на ринку та використання біоцидних препаратів, які

використовуються для захисту людей, тварин, матеріалів чи виробів від

шкідливих організмів, таких як шкідники або бактерії, під дією активних

речовин, що містяться в біоцидному препараті. Положення про попередню

інформовану згоду Положення про попередню інформовану згоду (PIC,

Регламент (ЄС) 649/2012) керує імпортом та експортом певних небезпечних

хімічних речовин та покладає зобов'язання на компанії, які бажають

експортувати ці хімічні речовини до країн, що не входять до ЄС. Він реалізує в

межах Європейського Союзу Роттердамську конвенцію про процедуру

попередньої інформованої згоди на деякі небезпечні хімічні речовини та

пестициди у міжнародній торгівлі. Альтернативне тестування токсичності для

тварин у ЄС Випробування на токсичність та канцерогенність для тварин є

невід'ємною частиною ідентифікації безпеки для навколишнього середовища



та оцінки ризиків промислових хімікатів, засобів захисту рослин, біоцидів, кормових добавок та фармацевтичних препаратів в Європейському Союзі та інших промислових країнах [22].

Тести на тваринах використовуються для моніторингу забруднення навколишнього середовища стоками та поверхневими водами та оцінки стану європейських вод під егідою Рамкової директиви про води. За останні десятиліття випробування на тваринах викликали етичні занепокоєння в багатьох країнах щодо оцінки екологічного ризику (риби, земноводні, птахи та ссавці). Хоча багато нормативно-правових рамок у США та інших країнах заохочують використовувати альтернативні підходи, такі як методологія QSAR (Quantitative, Structure Activity Relationships), яка використовує дані інших існуючих досліджень токсичності та обчислювальну методологію для порівняння). Дотепер використання альтернативних експериментальних методів випробувань на токсичність було обмеженим через відсутність консенсусу щодо їх застосовності та міжнародної валідації та прийняття нормативно-правовими актами, включаючи відповідні керівні принципи тестування ОЕСР. Альтернатива методам випробувань на тваринах була застосована в таких випробуваннях, як корозія та подразнення шкіри. Вже зараз альтернативні тести впроваджені в європейських правових рамках, таких як REACH та Регламент щодо косметики. Довідкова лабораторія ЄС з альтернативних випробувань на тваринах (EURL-ECVAM) була створена у 2011 році та розміщена у Спільному дослідницькому центрі Інституту охорони здоров'я та захисту споживачів (IHCP), що знаходиться в Іспра, Італія [22].

Європейський центр з екотоксикології та токсикології хімічних речовин (ECETOX) був заснований в 1978 році і базується в Брюсселі. ECETOX є незалежною організацією, і робота в центрі зосереджена на оцінці стану здоров'я та екологічної безпеки хімічних речовин. Це провідний європейський науковий форум з екотоксикологічних досліджень та токсичної дії хімічних речовин, біоматеріалів та фармацевтичних препаратів. Токсикологи розраховують ризик впливу хімічних речовин для працівників промисловості,



загальних споживачів та навколишнього середовища, використовуючи в якості інструменту цільову оцінку ризику (TRA), яка є кращим підходом та визнана регуляторами програми REACH. ECETOX працює над розробкою концепцій та

даних для використання наукових принципів при перекладі європейської політики на норми охорони навколишнього середовища, охорони здоров'я та безпеки [22].

Європейська рамкова директива про води (Європейська директива про води, 2000/60 / ЄС) запровадила новий вимір щодо оцінки ризику для 500 пріоритетних хімічних речовин у європейських річках. Директива визнала, що 500 органічних хімічних забруднювачів мають пріоритетний статус, і рішення базувалося на моніторингу та ідентифікації хімічних забруднювачів у басейнах річок Ельба, Шельда, Дунай та Льобрегат. Пріоритетні речовини та інші забруднюючі речовини були встановлені у Додатку II Директиви 2008/105 / ЄС [22].

#### 1.6 Настанови ОЕСР щодо екотоксикологічних випробувань хімічних речовин

Настанови випробувань ОЕСР - це сукупність узгоджених на міжнародному рівні методів випробувань, що використовуються урядом, промисловістю та незалежними лабораторіями. Вони використовуються для визначення безпеки хімічних речовин та хімічних препаратів, включаючи пестициди та промислові хімікати. На початку 1980-х років країни-члени ОЕСР розробили Настанови ОЕСР з випробувань хімічних речовин з метою посилення обґрунтованості та міжнародного визнання даних випробувань та якнайкраще використовувати наявні дані [23].

У 1981 році Європейський кадастр суцільних комерційних хімічних речовин (EINECS) підрахував, що продані та зареєстровані хімічні речовини становлять понад 100 000. Кілька сотень нових хімічних речовин щорічно надходять на ринок після деяких базових тестів на токсичність. За оцінками ЄС, 2500 хімічних речовин є хімічними речовинами великого обсягу виробництва (ВНЛ). Більшість промислових хімікатів, пестицидів, харчових добавок,

біотехнологічних продуктів та фармацевтичних препаратів щороку потрапляють на світовий ринок і можуть вимагати перевірки безпеки у більшості частин світу. Крім того, існують або діють нормативні акти як на національному, так і на міжнародному рівнях, які вимагають (додаткових)

випробувань та оцінки хімічних речовин, які вже є на ринку. Крім того, країни ОЕСР прийняли Рішення Ради щодо взаємної взаємодії Прийняття даних (MAD) при оцінці хімічних речовин, що вимагає, щоб дані отримані під час тестування хімічних речовин у країні-члені ОЕСР, для цілей оцінки та інших

видів використання, що стосуються захисту здоров'я людей та навколишнього середовища. Настанови ОЕСР щодо випробувань на токсичність охоплюють випробування на безпеку хімічних речовин у найширшому розумінні щодо фізико-хімічних властивостей, впливу на біотичні системи (екотоксичність), екологічної долі (деградація / накопичення), впливу на здоров'я (токсичність)

та інших областей, таких як пестициди хімія залишків та тестування ефективності біоцидів. Тести прийняті на міжнародному рівні як стандартні методи. І оновлюються для того, щоб йти в ногу з науковим прогресом та вирішувати проблеми добробуту тварин. Керівні принципи випробувань ОЕСР розділені на 5 розділів [23]:

Розділ 1: Фізико-хімічні властивості, Розділ 2: Вплив на біотичні системи (Програмне забезпечення для TG 223), Розділ 3: Деградація та накопичення, Розділ 4: Вплив на здоров'я (Програмне забезпечення для TG 455, TG 432 та TG 425), Розділ 5: Інші вказівки щодо випробувань [23]

У цьому огляді будуть представлені вибрані приклади випробувань на токсичність за розділом 2 "Ефекти на біотичні системи", короткий зміст міркувань у звіті Експертної групи ОЕСР з екотоксикології (Цифри, заголовок оригінал Прийняття, кількість оновлень, останні оновлення). До 2014 року в списку було 39 (з номерами 201-239) екотоксикологічних тестів [23]:

No. 201 Freshwater Alga and Cyanobacteria, Growth Inhibition Test, 12/5/1981, 7/6/1984, 23/3/ 2006 (corrected on 28/7/2011), No. 202 Daphnia sp. Acute Immobilisation Test, 12/5/1981 (adopted as Daphnia sp. 14-day Reproduction



Test including an Acute Immobilisation Test), 4/4/1984, 13/4/2004; No. 203  
 Fish, Acute Toxicity Test, 12/5/1981, 4/4/1984, 17/7/1992; No. 204 Fish,  
 Prolonged Toxicity Test: 14-Day Study, 4/4/1984, Date of deletion 2/4/ 2014; No.

205 Avian Dietary Toxicity Test, 4/4/1984; No. 206 Avian Reproduction  
 Test, 4/4/1984; No. 207. Earthworm, Acute Toxicity Tests, 4/4/1984; No. 208

Terrestrial Plants, Growth Test 4/4/1984, 19/7/ 2006; No. 209 Activated Sludge,  
 Respiration Inhibition Test (Carbon and Ammonium Oxidation) 4/4/1984,

22/7/2010; No. 210 Fish, Early-Life Stage Toxicity Test, 17/7/1992, 26/7/2013;  
 No. 211 Daphnia magna Reproduction Test, 21/9/1998, 3/10/ 2008, 2/10/ 2012;

No. 212 Fish, Short-term Toxicity Test on Embryo and Sac fry Stages, 21/9/1998;

No. 237 Honey bee (*Apis mellifera*) Larval Toxicity Test, Single Exposure,  
 26/7/2013; No. 238 Sediment-free *Myriophyllum spicatum* Toxicity Test,

26/9/2014; No. 239 Water-Sediment *Myriophyllum spicatum* Toxicity Test,

26/9/2014 [23].

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## Розділ 2. МЕТОДИ ЕКОТОКСИКОЛОГІЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ АГРОХІМІКАТІВ

### 2.1. Історичні перспективи тесту на токсичність LD50 (летальна доза 50%)

Тест LD50 був вперше введений в 1927 році для тестування речовин, призначених для використання людиною, таких як наперстянка та інсулін. Однак до 1970-х років тест, метою якого є виявлення разової летальної дози речовини, яка вбиває половину тварин у досліджуваній групі, став загальновизнаним як основа порівняння та класифікації токсичності хімічних речовин і поступово став необхідним тест для різних контролюючих органів. Тест на смертельну дозу 50% застосовували для токсикологічних досліджень нових препаратів, харчових добавок, косметичних інгредієнтів, побутових товарів, промислових хімікатів та пестицидів. Тест вимагав до 100 тварин, іноді для кожного з двох видів (зазвичай шур, а також миша, коли потрібен другий вид) для кожної випробуваної речовини. У 1981 р. ОЕСР включила тест LD50 у свої нові керівні принципи випробувань (TG). Загалом було домовлено, що статистична точність значення LD50 разом з його довірчими інтервалами та нахилом кривої дози-смертності, яку міг би забезпечити цей класичний тест LD50, не потрібні для нормальної оцінки небезпеки та ризику. Керівні принципи щодо гострої пероральної токсичності 1981 року (OECD 401) вимагали використання лише п'яти тварин на стаття на одну групу дози, з трьох груп доз на тест, які були обрані, з оглядових досліджень або з історичних даних, для охоплення значення LD50. Також було введено верхню межу рівня дози 5000 мг / кг, і для по суті нетоксичних речовин було включено поняття граничного тесту, який вимагав для тих речовин, що мають значення LD50 більше 5000 мг / кг, лише цю верхню дозу рівень, що перевіряється. Подібні рекомендації також були опубліковані щодо гострої шкірної (OECD 402) та інгаляційної токсичності (OECD 403) [24].

У 1987 р. Було переглянуто ОЕСР 401, переважно з причин добробуту тварин. Тест можна було проводити з використанням тварин лише однієї статі, з підтвердженням того, що не було різниці статі в гострій токсичності досліджуваного матеріалу шляхом тестування лише на одному рівні дози для другої статі. Це зменшило необхідну кількість тварин з 30 до 20. Гранична доза також була зменшена до 2000 мг / кг. У 1984 році створення робоча група Британського токсикологічного товариства і запропонований новий метод тестування на гостру пероральну токсичність, який уникав використання смерті тварин як кінцевої точки, і натомість спирався на спостереження явних ознак токсичності розроблений на одній із серії фіксованих доз. Цей метод, який став відомим як процедура фіксованих доз (FDP), був оцінений як у національних, так і в міжнародних дослідженнях валідації. Ці дослідження показали, що FDP зміг надати результати, які дозволяють класифікувати речовини відповідно до системи класифікації ЄС таким чином, що в цілому сумісний зі значеннями LD50, отриманими в результаті класичних тестів на гостру пероральну токсичність. FDP також надав необхідну інформацію про характер, час до настання, тривалість та результат ознак токсичності, які необхідні для оцінки ризику. FDP використовує менше тварин, ніж OECD 401, спричиняє меншу смертність, пов'язану із сполуками, і піддає тих тварин, які звикли менше боліти і переживати. ПСР було прийнято як Керівництво ОЕСР (OECD 420) у 1992 році, але як альтернативу ОЕСР 401, а не заміну. У 1996 р. Був прийнятий другий альтернативний метод - метод гострої токсичної класифікації (АТС) (OECD 423), за яким у 1998 р. Діяла процедура вгору і вниз (UDP; 21 ОЕСР 425). АТС також використовує концепцію фіксованих доз, але зберігає смертність як головну кінцеву точку; UDP, як випливає з назви, має на меті оцінити значення LD50 шляхом послідовного тестування окремих тварин, при цьому доза для кожної тварини коригується вгору або вниз залежно від результату для попередньої тварини [24].

## 2.2. Метод екотоксикологічного оцінювання агрохімікатів



Екологічні ризики агрохімікатів оцінюються за стандартними процедурами, як це робиться з іншими хімікатами. Цей підхід подібний до

оцінки ризиків для людини, за винятком однієї головної відмінності: оцінка

ризиків людини спрямована на захист індивідів, тоді як оцінка екологічних

ризиків спрямована на захист екологічних структур, будь то населення чи цілі

екосистеми. Іншою відмінністю є переважне використання середніх

ефективних концентрацій (EC50), зокрема середніх летальних концентрацій

(LC50) та смертельних доз (LD50) при оцінці ризику агрохімікатів, а не

концентрацій або рівнів без спостереження (NOEC або NOEL). Це пояснюється

тим, що дані щодо останніх показників менш доступні для видів, що

використовуються при токсикологічних випробуваннях сільськогосподарських

сполук; як правило, тільки токсичність для ссавців вимірюється на найнижчих

рівнях. Крім цієї складності, NOEC та NOEL є статистично ненадійними -

практично неможливо довести, що немає впливу у природних популяціях

організмів від впливу низьких концентрацій хімічних речовин [25, 26].

По суті, всі оцінки ризиків спираються на рамки, які базуються на

стандартних процедурах EPA США [27] і були прийняті, з деякими змінами,

більшістю регулюючих органів у країнах OECD [28]. Два основні компоненти

системи ризиків - це оцінка токсичності та оцінка експозиції. Без токсичності

немає ризику, але якщо організми не піддаються впливу токсичної речовини,

вони також не піддаються ризику. Тому оцінку ризику необхідно проводити

лише тоді, коли організми піддаються впливу потенційно токсичних хімічних

речовин [29].

Рівні токсичності хімікату (або концентрації у водному середовищі, або

доза у наземних тварин) повинні визначатися в лабораторії, оскільки вплив

речовини в польових умовах може бути зумовлений і іншими факторами.

Стандартні тести на токсичність, проведені на кількох таксонах рослин і

тварин, призначені, перш за все, для встановлення поєрної летальної

токсичності [30] або LC50 для водних організмів після певного часу впливу,



або LC50 для доз, що застосовуються до або вживаються наземними організмами. Крім того, часто визначається також хронічна токсичність після тривалого та багаторазового впливу (чи то смертельний, чи то інший ефект), і репродуктивні кінцеві показники після сублетального впливу з часом [31].

Знання про спосіб дії хімічної речовини повинні допомогти зрозуміти її токсичну дію [32].

Характеристика експозиції є складною, оскільки зазвичай передбачає певне моделювання для визначення можливих концентрацій хімікатів у різних середовищах, у яких живуть організми. Вхідні дані для моделей включають усі відповідні фізико-хімічні властивості хімікату, що розглядається, наприклад розчинність у воді, ліпофільна поведінка, летучість та константи деградації у воді, ґрунті, освітленості, рослинах та тваринах. Останні константи важливі для розуміння стійкості залишків пестицидів та агрохімікатів у навколишньому середовищі. У конкретному місці ERA експозиція також повинна включати дані моніторингу для підтвердження використовуваного моделювання. Якщо дані моніторингу та моделювання помітно відрізняються, слід шукати пояснення розбіжностей [33].

У країнах ОЕСР оцінка двох складових ризику відбувається за багаторівневим структурованим процесом. На першому кроці приблизні оцінки ризику оцінюються простим співвідношенням коефіцієнтом небезпеки (HQ) між прогнозованими концентраціями навколишнього середовища (PEC) у певному середовищі та гострою летальною токсичністю (LC50 або LD50) до стандартних досліджуваних організмів. Значення вище 1 є неприйнятними, а порогові значення ризику зазвичай встановлюються на рівні 0,1, що означає, що оцінки, в результаті яких  $HQ < 0,1$ , проходять перший рівень і можуть розглядатися як «безпечні» для певного середовища. Значення  $HQ > 0,1$  потребують оцінки на другому рівні. Однак дана речовина може вважатися безпечною для наземних організмів, таких як жури, але не безпечною для водних організмів, таких як личинки мошок, дрібні ракоподібні та водних рослини. Навть у межах одного середовища навколишнього середовища деякі види в полі більш чутливі, ніж

види, що використовуються у лабораторних випробуваннях. Для подолання цієї проблеми були проведені ймовірнісні оцінки ризиків (PRA) для виявлення цієї частки організмів, на яку певна речовина негативно впливає у певному середовищі. Ризик у PRA визначається як можливий згубний результат діяльності або хімічної речовини, і він характеризується двома величинами: величиною (тяжкістю) можливих несприятливих наслідків та ймовірністю настання кожного наслідку. Зазвичай для цієї мети використовують розподіли чутливості до видів (SSD) [34].

Незалежно від того, якщо хімічна речовина не проходить перший рівень, необхідно провести подальшу оцінку. Другий рівень передбачає збирання доказів впливу за реалістичних умов навколишнього середовища. Для отримання цієї інформації зазвичай проводяться польові випробування. Досить зараз сказати, що в результаті другого рівня слід скласти план управління агрохімікатом, що оцінюється, для пом'якшення його можливих ризиків. Такі плани можуть передбачати обмеження використання хімічного продукту та інші умови, спрямовані на уникнення потраплення організмів у середовища навколишнього середовища, для яких визначено ризик [35].

### 2.3 Метод екотоксикологічної оцінки агрохімікатів за реакцією

#### мікроорганізмів ґрунту

Екологічний контроль забруднення ґрунту хімічними речовинами за показником мінералізації азоту (ISO 14238:1997, IDT). Швидкість або глибину N-мінералізації в аеробних ґрунтах визначають вимірюванням концентрацій нітрату, вивільненого під час мінералізації азоту, який міститься у ґрунтовій органічній речовині. Перетворення сполук азоту у ґрунті відбувається за участю азотфіксуючих бактерій родів *Rhizobium*, *Azotobacter*, деяких актиноміцетів та ін. мікроорганізмів. У ґрунті відбуваються процеси амоніфікації (розщеплення білків з утворенням аміаку) і нітрифікації (окислення солей амонію до азотнокислих сполук), під впливом бактерій (*Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas stutzeri*, *Pseudomonas aeruginosa* та ін.) здійснюється денітрифікація – розкладання азотно- й азотисто-кислих солей



з виділенням вільного азоту, в результаті чого зберігається рівновага між вмістом молекулярного азоту в атмосфері і зв'язаним азотом ґрунту.

Бактерії, які беруть участь у перетворенні азоту, мають високу чутливість до дії хімічних речовин. Інтегральним показником їх активності є нітрифікаційна здатність ґрунту, тобто його здатність накопичувати нітратний азот за рахунок мобілізації азоту [36].

Цю особливість використовують для проведення експериментальних досліджень і встановлення рівня небезпечності хімічних речовин. Вплив хімічних речовин на N-мінералізацію визначають вимірюванням відсоткової інгібіторної дії на утворення продукту у зразках, оброблених різними кількостями речовини, порівняно до необробленого контролю [36].

Для створення уніфікованих умов нітрифікації азотних сполук у ґрунті під впливом мікроорганізмів створюють оптимальні умови шляхом інкубації.

Оптимальні умови створюються у термостаті. Обирають оптимальну температуру ( $25 \pm 2$ ) °C як стандартну, оскільки вона забезпечує відносно швидкі результати. Під час інкубації має бути вільний газобмін. Це допомагає запобігти розвитку анаеробних осередків, що можуть спричинити втрати азоту через денітрифікацію.

Для мінімізування втрат води з ґрунту інкубацію потрібно проводити у закритих посудинах. Через рівні проміжки часу визначають вологість ґрунту і поповнюють втрати води [36].

Для визначення впливу хімічних речовин на мінералізацію треба відбирати ґрунти до оброблення (день 0) та через 14 і 28 днів інкубації. У

більшості ґрунтів максимального рівня мінералізації можна досягнути в межах 28 днів. Таким чином, відбирання зразків через 28 днів, як правило, дозволяє вірогідно оцінити значення  $I_{25}$  та  $I_{50}$ . Нітрифікаційну здатність ґрунту визначають за різницею між вмістом нітратного азоту в ґрунті до і після інкубації [36].

Для дослідження потенційної токсичності різних хімічних речовин розраховують показник інгібіторної дії на мінералізацію сполук азоту ґрунту

(ID). Він дозволяє оцінити вплив окремих хімічних речовин та надає основу для встановлення їх небезпечності [36].

## 2.4. Метод екотоксикологічної оцінки агрохімікатів за реакцією вищих рослин

### 2.4.1 Метод визначання інгібіторної дії на ріст коренів

Цей стандарт є ідентичним перекладом ISO 11269-1:1993 Soil quality - Determination of the effects of pollutants on soil flora - Part 1: Method for the measurement of inhibition of root growth (Якість ґрунту. Визначення дії забруднювачів на флору ґрунту. Частина 1. Метод визначення інгібіторної дії на ріст коренів) [37].

Метою розроблення стандарту є гармонізація національних стандартів з міжнародними та європейськими в галузі ґрунтознавства, агрохімії та захисту ґрунтів [37].

Хімічні аналізи ґрунтових зразків або відходів, викинутих на землю, дають істотні свідчення про придатність або непридатність ґрунту для землеробства чи про потенційний ризик для навколишнього середовища в результаті викидання відходів таких, як осад стічних вод, на орні землі. Існує також необхідність оцінювати якість ґрунту після рекультивациі промислових майданів та шахтних виходів або при вкриванні заповнених земельних виробітків. Оскільки основним критерієм є здатність ґрунту вирощувати врожаї, було розроблено швидкий дослід на проростання, який базується на вирощуванні проростків в контрольованих умовах навколишнього середовища [37].

Двома головними вимогами до дослідів на фітотоксичність є постійно надійні результати та можливість проведення о будь-якій порі року. Звідси необхідність пророщувати насіння в контрольованому середовищі для забезпечення оптимальних умов зростання, які можуть бути підтримувані в

будь-якій кількості дослідів, з продукуванням відтворних результатів протягом довгого часу [37].

Методика досліджень, викладена у цій частині ISO 11269, може бути застосована для порівняння ґрунтів, для моніторингу змін у їх активності або для визначення впливу внесених речовин. Ця частина ДСТУ ISO 11269 встановлює дослід для швидкої оцінки якості ґрунту шляхом порівняння швидкостей росту коренів зазначених рослин у стандартизованих умовах у досліджуваному та порівняльному ґрунтах [37].

Метод є придатним для всіх ґрунтів, ґрунтоформних матеріалів, осаджених відходів або хімічних речовин, які можуть бути внесені в ґрунт, за винятком випадків, коли забруднювач дуже легкий або пригнічує лише фотосинтез [37].

Метод є придатним для визначення дії речовин, штучно внесених у ґрунт, і для порівняння ґрунтів відомої та невідомої якості. Метод не розрахований на використання для визначення здатності ґрунтів підтримувати сталий ріст рослин [37].

#### 2.4.2 Метод визначання інгібіторної дії на проростання насіння

Цей стандарт є тотожний переклад ISO 17426:2005 Soil quality – Determination of the effects of pollutants on soil flora – Screening test for emergence of lettuce seedlings (*Lactuca sativa* L.) (Якість ґрунту. Визначення впливу забрудників на флору ґрунту. Обслідницький дослід на проростання насіння салату (*Lactuca sativa* L.)) Для оцінювання здатності ґрунту підтримувати живі організми існує необхідність у простих, швидких, недорогих біологічних дослідних методах, що доповнюють хімічний аналіз. Метод, описаний у цьому стандарті, розробили для дослідження забрудненого ґрунту так само, як і інших забруднених зразків. Він економічно вигідний, і його можна виконати за короткий проміжок часу. Крім того, дослідний організм легко доступний, дослід не вимагає сучасного обладнання для вимірювань або

для вирощування рослин, і його може провести будь-який кваліфікований лаборант без спеціального навчання [38].

Цей стандарт спирається на US EPA 600/3-88-029 (1989). Цей стандарт встановлює дослідні процедури для визначення впливу забруднених ґрунтів або інших забруднених зразків на проростання насіння салату [38].

Цей стандарт застосовний до забруднених ґрунтів, ґрунтових матеріалів, компосту, осаду і дослідження хімічних речовин. Він придатний для вимірювання впливу речовин, цілеспрямовано внесених у ґрунт, і для порівнювання ґрунтів відомої і невідомої якості [38].

## 2.5. Метод екотоксикологічної оцінки агрохімікатів за реакцією водних організмів

### 2.5.1 Якість води. Визначення гострої летальної токсичності на

#### *Daphnia magna* Straus

ДСТУ 4173:2003 Якість води. Визначення гострої летальної токсичності на *Daphnia magna* Straus та *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) (ISO 6341:1996, MOD). Стандарт відповідає ISO 6341:1996 Water quality — Determination of the inhibition of the mobility of *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Crustacea) — Acute toxicity test (Якість води. Визначення уповільнення рухомості *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Crustacea). Випробовування на гостру токсичність) Цей державний стандарт встановлює метод визначення гострої токсичності хімічних речовин, води і стічних вод щодо водяної блохи *Daphnia magna* Straus [39].

Оцінювання шкідливих впливів на якість води протягом ряду років включає виконання біологічних тестів. Рачки представляють інтерес з точки зору токсичності для, оскільки є первинними споживачами і основним компонентом зоопланктону в водних екосистемах [39].

Тест, встановлений в цьому державному стандарті, включає визначення іммобілізації водяної блохи *Daphnia magna* Straus після 24-годинну або 48-

годинну впливу (в залежності від вимоги користувачів або органів державної влади) на випробувану пробу в умовах, встановлених в цьому державному стандарті [39].

Галузь застосування: цей державний стандарт встановлює метод визначення гостроти токсичності щодо *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Crustacea) [39].

Цей метод можна застосовувати до: - хімічних речовин, які є розчинними в умовах випробування або можуть підтримуватися в стані стабільної суспензії або дисперсії в умовах тесту; - промисловим чи побутовим стічних вод - очищеним і неочищеним стічних вод, - водним екстрактів продуктів виловування; - прісній воді (поверхневим і ґрунтовим водам). Елюат з прісноводних відкладень [39].

**2.5.2 Тест на пригнічення росту *Lemna minor***  
ISO 20079: 2005 виступає методом визначення реакції гальмування росту ряски (*Lemna minor*) на речовини та суміші, що містяться у воді, очищених міських стічних водах та стоках промисловості [40].

Ряска *Lemna minor* використовується як тест-організм для вищих водних рослин. Ряска - це швидкозрілі вищі рослини, які поширюються від тропіків до арктичної зони. Як основні виробники, вони є джерелом їжі для водоплавних птахів, риби та дрібних тварин і служать фізичною підтримкою для різних дрібних безхребетних [40].

Ряска може бути пошкоджена водними складовими та стоками. Подальше гальмування росту обчислюється за параметрами спостереження (кількість листя, площа листя, хлорофіл, суха маса) за допомогою кількох визначених методів розрахунку [40].

Тест призначений для вимірювання реакції речовин, розчинених у воді. Це включає визначення фіксованого етапу розведення або концентрації



досліджуваного зразка, на якій параметр спостереження (кінцева точка) пригнічується щодо контролю для певного відсотка [40].

### 2.5.3 Метод побудови графіків, що відбивають залежність «доза-ефект», включаючи побудову лінії тренду

Залежно від дози практично усі речовини в певних умовах можуть виявитися шкідливими для організму. Це справедливо для токсикантів, що діють як місцево, так і після резорбції у внутрішнє середовище організму.

Механізм взаємодії хімічної речовини з біологічним об'єктом є основою

токсичної дії, що призводить до розвитку токсичного процесу (ефекту) – зміни будь-якого показника або життєво-важливих функцій організму. Спектр проявів токсичного ефекту залежить від фізико-хімічних властивостей отрути,

особливостей впливу (доза, час, періодичність), специфіки організму, факторів

навколишнього середовища (рН, температури та ін.) тощо. Інтенсивність

розвитку ефекту залежить від кількості токсичної речовини і часу, протягом якого вона впливає на живий організм. Залежність ефекту впливу токсикантів на біологічний об'єкт (на всіх рівнях організації живої матерії: від

молекулярного до популяційного) від концентрації (дозы) може бути зображена

графічно у вигляді кривої «доза-ефект». При цьому, в переважній більшості випадків, буде реєструватися загальна закономірність: зі збільшенням дози збільшується ступінь пошкодження системи, до процесу залучається все більше число складових її елементів [41].

Зазвичай типові види представляють собою S-образні криві, а іноді мають вид гіперболи, експоненти або параболі. Ці криві відбивають складний характер взаємодії шкідливої речовини з об'єктом, якісні й кількісні

особливості такої взаємодії в кожному конкретному випадку. На кривих «доза-

ефект» є різні ділянки, на яких невеликі зміни концентрації (дозы) речовини

викликають значне збільшення ефекту впливу або призводять лише до слабкої його зміни. Якщо розташовувати речовини а, в, с в порядку зростання ефекту їх впливу, то в різних зонах кривої «доза-ефект» цей порядок буде різним [42].



Таким чином, якщо оцінювати токсичність речовини за величиною дози, що викликає певний відсоток загибелі тварин, то результат порівняльного аналізу токсичності речовин може бути різним (залежно від того, в якій зоні кривої «доза-ефект» проводиться цей аналіз). Ця обставина обумовлює важливість вивчення всіх зон кривих «доза-ефект». За співвідношенням між концентрацією і часом токсиканти поділяють на дві групи [42]:

1. Хроноконцентраційні речовини, при впливі яких токсичний ефект істотно залежить від фактору часу. Типовими прикладами таких шкідливих речовин є фосген, ацетон і отрути, що блокують ферментні системи та ін [42].

2. Концентраційні – це речовини, дія яких залежить переважно від концентрації, а не від часу. До таких отрут відносяться синильна кислота (HCN), летючі наркотики, кокаїн та ін [42].

Крім того, величезний внесок у величину токсичного ефекту робить також «переривчастість» впливу. Безперервним вважають вплив, коли концентрація отрути протягом усього часу надходження залишається постійною. Якщо ж процес потрапляння отрути характеризується періодичністю (наприклад, вдихання отрути чергуються з інтервалами вдихання чистого повітря) в певній закономірності, такий вплив називають переривчастим. На прояв залежності «доза-ефект» певним чином впливають внутрішньо- і міжвидова мінливість організмів. Дійсно, особини, які відносяться до одного виду, істотно відрізняються один від одного за біохімічними, фізіологічними і морфологічними характеристиками, які в більшості випадків, обумовлені їх генетичними особливостями. Ще більш виражені, в силу тих же генетичних особливостей, міжвидові відмінності. У цьому випадку дози конкретної речовини, в яких вона викликає пошкодження організмів одного чи різних видів, іноді дуже істотно відрізняються. В загальному випадку залежність «доза-ефект» відображає властивості не тільки самого токсиканта, але й організму, на який він впливає. На практиці це означає, що кількісну оцінку токсичності, засновану на вивченні залежності

«доза-ефект», слід проводити в експерименті на різних біологічних об'єктах і обов'язково використовувати статистичні методи обробки отриманих даних [43].

#### 2.4.4 Метод статистичного обробітку експериментальних даних

Всі методи математико-статистичного аналізу умовно діляться на первинні і вторинні. Первинними називають методи, за допомогою яких можна отримати показники, що безпосередньо відображають результати виконаних в ході експерименту вимірювань. Відповідно під первинними статистичними показниками маються на увазі ті, які застосовуються в самих методиках і є підсумком початкової статистичної обробки результатів дослід. Вторинними називаються методи статистичної обробки, за допомогою яких на базі первинних даних виявляють приховані в них статистичні закономірності [44].

До первинних методів статистичної обробки відносять, наприклад, визначення вибіркової середньої величини, вибіркової дисперсії, вибіркової моди і вибіркової медіани. У число вторинних методів зазвичай включають кореляційний аналіз, регресійний аналіз, методи порівняння первинних статистик у двох або декількох вибірках [45].

Вибіркове середнє (середнє арифметичне) значення як статистичний показник являє собою середню оцінку досліджуваного в експерименті прояву токсичного ефекту. Ця оцінка характеризує ступінь його розвитку в цілому у тій групі дослідних організмів, яка була використана в ході експерименту. Порівнюючи безпосередньо середні значення двох або декількох вибірок, ми можемо судити про відносний ступінь прояву токсичного ефекту, що складають ці вибірки. В експериментальних дослідженнях (в більшості випадків) середнє, як правило, не обчислюється з точністю, що перевищує два знаки після коми, тобто з більшою, ніж соті частки одиниці. У токсикологічних дослідках відносно велика точність розрахунків не потрібна.

якщо взяти до уваги приблизність тих оцінок, які в них виходять, і яких достатньо для підготовки досить точних розрахунків [46].

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

## РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1 Оцінка агрохімікатів за впливом на N-мінералізацію ґрунту

#### 3.1.1 Вплив препарату Азотофіт-Т на N-мінералізацію ґрунту

Результати дослідження впливу препарату “Азотофіт-Т” на N-мінералізацію ґрунту представлені в табл. 3.1. Згідно з експериментальними даними, процес пригнічення мінералізації спостерігається, починаючи з концентрації 1 мг/кг ґрунту, і становить 18.5 %. Більш наглядно результати дослідження представлені в рис. 3.1. Згідно з рис. 3.1 можна вивести певну закономірність – з підвищенням концентрації препарату, здатність ґрунту до N-мінералізації знижується.

Таблиця 3.1

Вплив препарату Азотофіт-Т на N-мінералізацію ґрунту

Варіант	Вміст нітратів до компостування, мг/кг (x <sub>2</sub> )	Вміст нітратів після компостування, мг/кг (x <sub>1</sub> )	Нітрифікаційна здатність ґрунту (X)	Пригнічення процесів N-мінералізації (%)
1 – контроль	17.3	49	31.7	0
2 – 0,1 мг/кг ґрунту	17.3	72.9	55.6	0
3 – 1 мг/кг ґрунту	17.3	62.6	45.3	18,5
4 – 10 мг/кг ґрунту	17.3	53.1	35.8	35,6
5 – 100 мг/кг ґрунту	17.3	44.3	27	51,4

6 – 1000 мг/кг  
грунту

17.3	47.0	29.7	46.6
------	------	------	------

Залежність нітрифікаційної здатності ґрунту від  
концентрації Азотофіт-Т



Рис. 3.1 Залежність N-мінералізації від концентрації препарату  
Азотофіт-Т

**Встановлення небезпечності препарату Азотофіт-Т за реакцією**

**бактерій, що приймають участь у циклі азоту (N-мінералізація).** Для

встановлення небезпечності препарату “Азотофіт-Т” було використано

порівняння з найвищим показником Нітрифікаційної здатності ґрунту, що  
зафіксована при внесенні препарату. В даному випадку, найбільш ефективною  
концентрацією є 0.1 мг/кг, яка і послужила “відправною точкою” для

порівняння. Всі дані по цьому експерименту представлені в табл. 3.2. Для

з'ясування і наочного відображення показника  $EC_{25}$  (ефективна концентрація)

представлений рис. 3.2. Згідно з рис. 3.2,  $EC_{25}$  для даного препарату становить 2

мг/кг. Саме ця концентрація викликає ефект пригнічення 25 % бактерій, що  
беруть участь в процесах мінералізації азоту.



# НУБІП України

Таблиця 3.2

Вплив препарату Азотофіт-Т на пригнічення N - мінералізації

Варіант	Нітрифікаційна здатність ґрунту (мг/кг)	Нітрифікаційна здатність ґрунту (%)	Пригнічення процесів N-мінералізації (%)
2 – 0,1 мг/кг ґрунту	55,6	100	0
3 – 1 мг/кг ґрунту	45,3	81,5	18,5
4 – 10 мг/кг ґрунту	35,8	64,4	35,6
5 – 100 мг/кг ґрунту	27	48,6	51,4
6 – 1000 мг/кг ґрунту	29,7	53,4	46,6

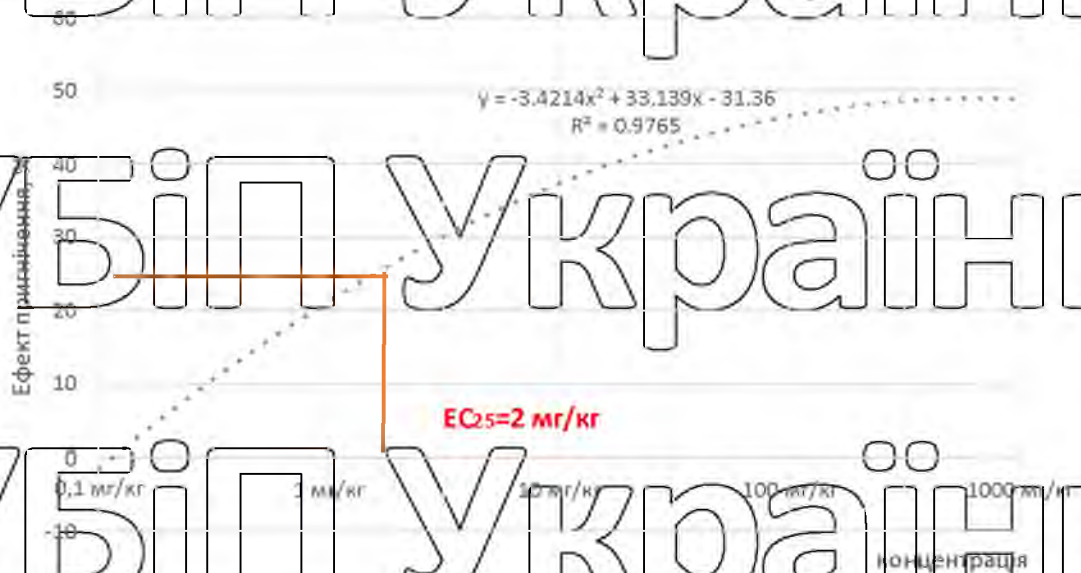


Рис. 3.2. Ефект пригнічення N-мінералізації залежно від концентрації препарату Азотофіт-Т

### 3.1.2 Вплив препарату МікоХелп на N-мінералізацію ґрунту

Результати дослідження впливу препарату “МікоХелп” на N-мінералізацію ґрунту представлені в табл. 3.3. Згідно з експериментальними даними, процес пригнічення мінералізації спостерігається, починаючи з концентрації 100 мг/кг ґрунту, і становить 22.2 %. Більш наглядно результати дослідження представлені в рис. 3.3. Згідно з рис. 3.3 можна вивести певну закономірність – з підвищенням концентрації препарату, починаючи від концентрації 10 мг/кг ґрунту, здатність ґрунту до N-мінералізації знижується. Відповідно, за концентрацій 0.1 мг/кг та 10 мг/кг, відбувається ріст здатності ґрунту до N-мінералізації, в рамках результатів дослідження (при внесенні препарату).

Таблиця 3.3

Вплив препарату МікоХелп на N-мінералізацію ґрунту

Варіант	Вміст нітратів до компостування, мг/кг (X <sub>2</sub> )	Вміст нітратів після компостування, мг/кг (X <sub>1</sub> )	Нітрифікаційна здатність ґрунту, %	Пригнічення процесів N – мінералізації (%)
1 – контроль	17.3	49	31.7	0
2 – 0,1 мг/кг ґрунту	17.3	44.6	27.3	0
3 – 1 мг/кг ґрунту ХР	17.3	49.8	32.5	0
4 – 10 мг/кг ґрунту ХР	17.3	63.2	45.9	0

5 – 100 мг/кг грунту ХР	17,3	53,0	35,7	22,2
6 – 1000 мг/кг грунту ХР	17,3	45,7	28,4	38,1

Залежність нітрифікаційної здатності  
грунту від концентрації МікоХелп



Рис. 3.3 Залежність нітрифікаційної здатності грунту від концентрації препарату МікоХелп

**Встановлення небезпечності препарату МікоХелп за реакцією бактерій, що приймають участь у циклі азоту (N-мінералізація).** Для встановлення небезпечності препарату “МікоХелп” було використано порівняння з найвищим показником нітрифікаційної здатності грунту, що зафіксована при внесенні препарату. В даному випадку, найбільш ефективною концентрацією є 10 мг/кг, яка і послужила “відправною точкою” для порівняння. Всі данні по цьому експерименту представлені в табл. 3.4 Для з’ясування і наочного відображення показника  $EC_{25}$  (ефективна концентрація) представлений рис. 3.4. Згідно з рис. 3.4,  $EC_{25}$  для даного препарату становить 300 мг/кг. Саме ця концентрація викликає ефект пригнічення 25 % бактерій, що беруть участь в процесах мінералізації азоту.



# НУБІП України

Таблиця 3.4

Встановлення небезпечності препарату МікоХелп за реакцією бактерій, що приймають участь у циклі азоту (N-мінералізація).

Варіант	Нітрифікаційна здатність ґрунту, мг/кг	Нітрифікаційна здатність ґрунту (X)	Пригнічення процесів N мінералізації (%)
2 – 0,1 мг/кг ґрунту	44,6	27,3	0
3 – 1 мг/кг ґрунту ХР	49,8	32,5	0
4 – 10 мг/кг ґрунту ХР	63,2	45,9	0
5 – 100 мг/кг ґрунту ХР	53,0	35,7	22,2
6 – 1000 мг/кг ґрунту ХР	45,7	28,4	38,1

# НУБІП України

# НУБІП України

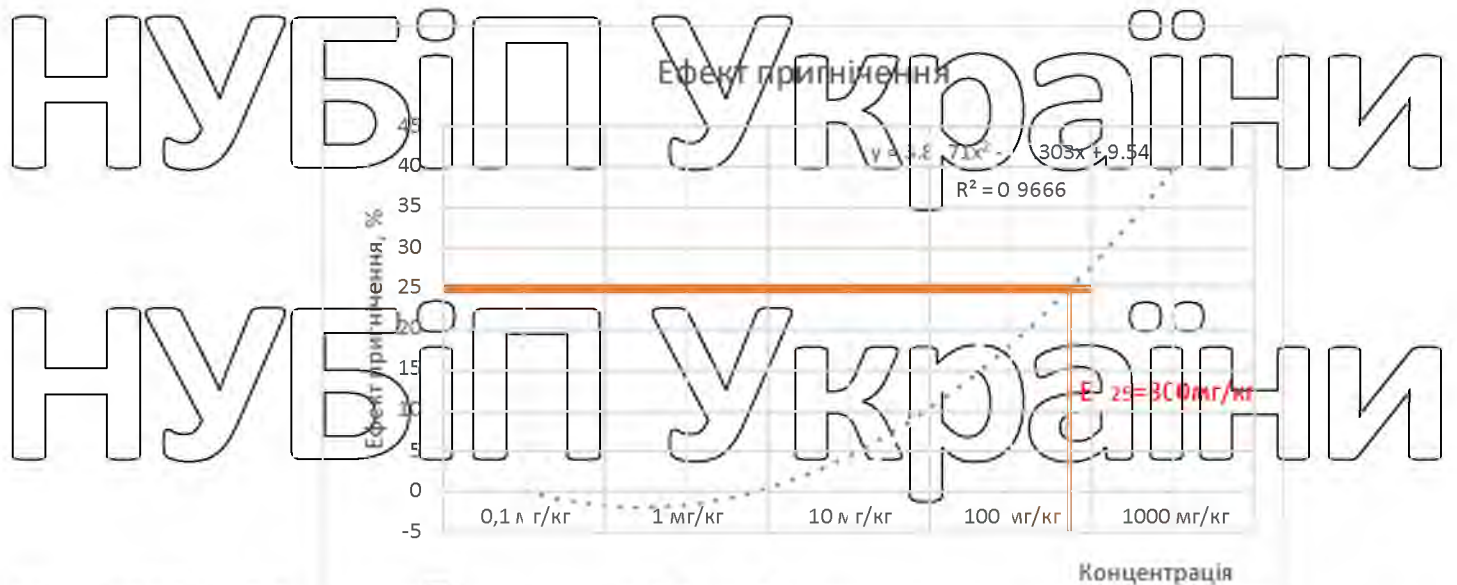


Рис. 3.4 Ефект пригнічення N-мінералізації залежно від концентрації препарату МікоХелп

Як висновок з даних експериментів, слід зауважити, що  $EC_{25}$  для препарату Азотофіт-Т становить 2 мг/кг, а для препарату МікоХелп – 300 мг/кг. Тобто, токсичність препарату Азотофіт-Т на процесі мінералізації азоту в 150 разів вища, ніж препарату МікоХелп. Сам же ефект пригнічення спостерігався в обох препаратах за концентрації 100 мг/кг. Але при цьому, відсоток пригнічення мікроорганізмів ґрунту при внесенні препарату Азотофіт-Т становив 51.47%, а МікоХелпу – 22.2%. Тобто, одна і та ж концентрація обох препаратів спричиняють різний токсичний вплив на ґрунтову біоту.

### 3.2 Оцінка агрохімікатів за реакцією вищих рослин

#### 3.2.1 Метод визначання інгібіторної дії на ріст коренів (ISO 11269-1:1993, IDT)

##### 3.2.1.1 Визначання інгібіторної дії на ріст коренів препарату Азотофіт-Т

Розчини біопрепарату Азотофіт-Т проявили стимулюючий ефект (див. табл.3.5) від 38.6% до 21.9%. Незначний приріст в довжині корінчика при концентрації 0.1 мг/кг можна пояснити досить низькою концентрацією речовини. Пікова точка при концентрації 10 мг/кг збігається з рекомендованою

нормою внесення препарату у формі водного розчину, де приріст довжини коренів відносно контролю становить 219.96%. Для більшої наглядності результатів експерименту використаний рис. 3.5, що дозволяє графічно зобразити як відсотковий приріст до довжини коренів, так і лінію тренду.

Таблиця 3.5  
Визначення величини стимулюючого ефекту на ріст коренів препарату Азотофіт-Т

№	Концентрація речовини ( $C_2$ , мг/кг)	Довжина корінчика, мм	Приріст до контролю, %
1	0,0 (контроль)	15,3	0,0
2	0,1	21,2	38,56
3	1,0	31	102,61
4	10,0	48,8	219,96
5	100,0	34,4	24,83
6	1000,0	29	89,54

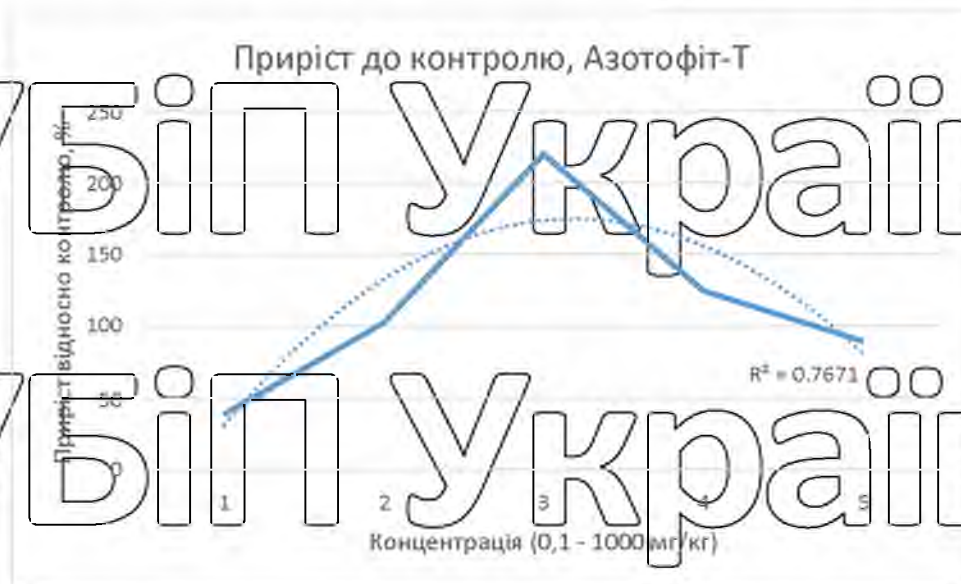


Рис. 3.5 Встановлення величини приросту довжини коренів відносно контролю при застосуванні препарату Азотофіт-Т



Концентрації препарату, що проявляють ефект пригнічення, представлені в табл. 3.6. Знову ж таки, в межах експерименту, концентрація 10 мг/кг проявила максимальний стимулюючий ефект, і саме ця концентрація буде слугувати “відправною точкою” для відображення в рис. 3.6 ефекту пригнічення росту коренів підослідних рослин. Встановлено, що ЕС 25 в даному випадку становить 80 мг/кг, і, закономірно, при підвищенні концентрації препарату інгібаторна дія буде посилюватись.

Таблиця 3.6

Визначання інгібаторної дії на ріст коренів препарату Азотофіт-Т

№	Концентрація речовини (C, мг/кг)	Довжина корінчика мм	Пригнічення препаратом росту кореня, %
1	10,0	48,8	0
2	100,0	34,4	29,5
3	1000,0	29	40,6

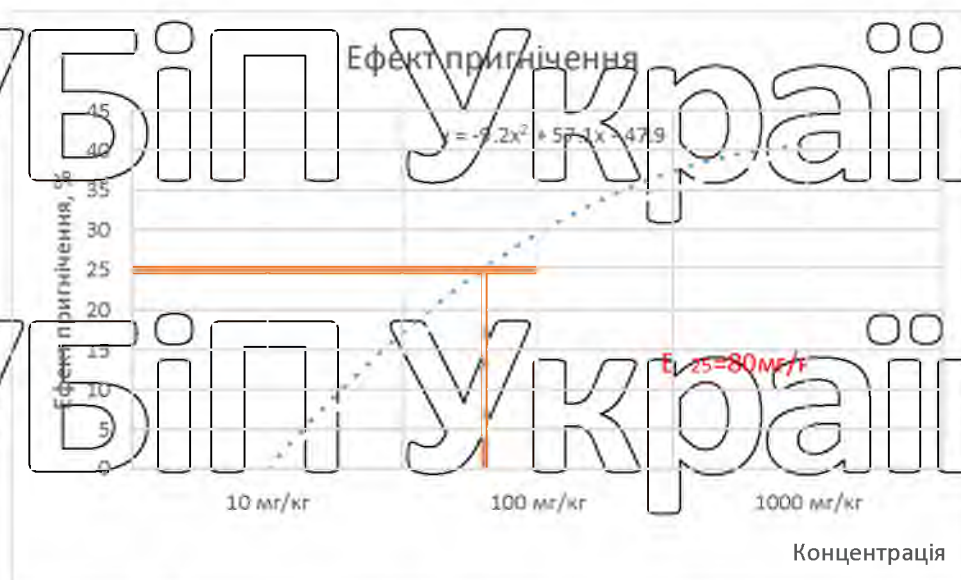


Рис. 3.6 Встановлення інгібаторної дії препарату Азотофіт-Т на ріст коренів рослин

### 3.2.1.2 Метод визначання інгібіторної дії на ріст коренів препарату

#### МікоХелп

Розчини біопрепарату МікоХелп також проявили стимулюючий ефект

(від 45 % до 121 %), за концентрації 0.1 мг/кг та 1 мг/кг відповідно. При концентрації 1 мг/кг спостерігається піковий ефект приросту довжини кореня відносно контролю. За концентрації 100 мг/кг спостерігається відносне пониження ефективності препарату, але навіть за такої концентрації приріст довжини коренів досліджуваних рослин становить 63 % відносно контрольної групи (див. табл.3.7). Більш наочно ознайомитись з результатами досліду дозволить рис. 3.7.

Таблиця 3.7

№	Концентрація речовини (С, мг/кг)	Довжина корінчика, мм	Приріст до контролю, %
1	0,0 (контроль)	15,3	0,0
2	0,1	22,2	45,09
3	1,0	33,8	120,91
4	10,0	29,4	92,15
5	100,0	25,7	63,39
6	1000,0	28,2	84,31

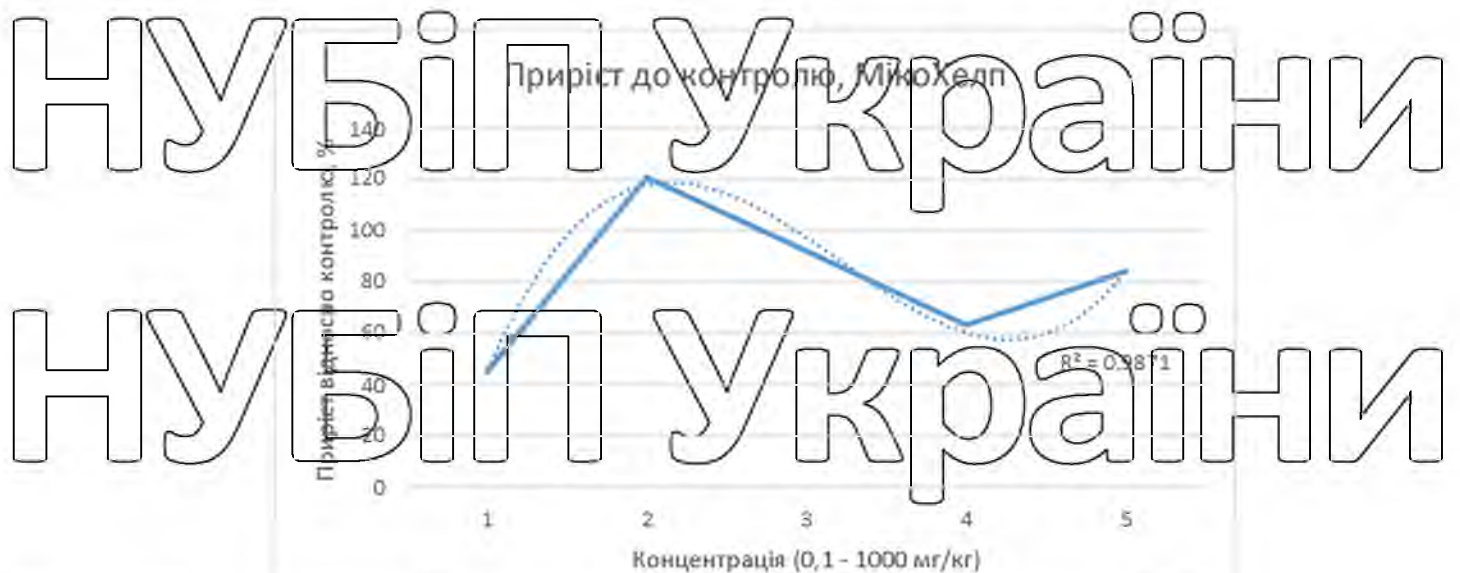


Рис. 3.7. Визначання інгібіторної дії на ріст коренів препарату МікоХелп

Встановлення інгібіторної дії препарату МікоХелп на ріст коренів

рослин. В межах даного експерименту найбільший стимулюючий ефект проявляє концентрація 1 мг/кг (див.табл. 3.8). Отже, наступні концентрації (10 мг/кг та 100 мг/кг) проявляють інгібіторну дію на досліджувані об'єкти. Згідно з рис. 3.8,  $EC_{25}$  в даному випадку становить 90 мг/кг. На даному рисунку також відображена лінія тренду результатів досліджу.

Таблиця 3.8

Визначання величини стимулюючого ефекту на ріст коренів препарату МікоХелп

№	Концентрація речовини (C, мг/кг)	Довжина корінчика, мм	Пригнічення препаратом росту кореня, %
1	1,0	35,8	0
2	10,0	29,4	13
3	100,0	25	26



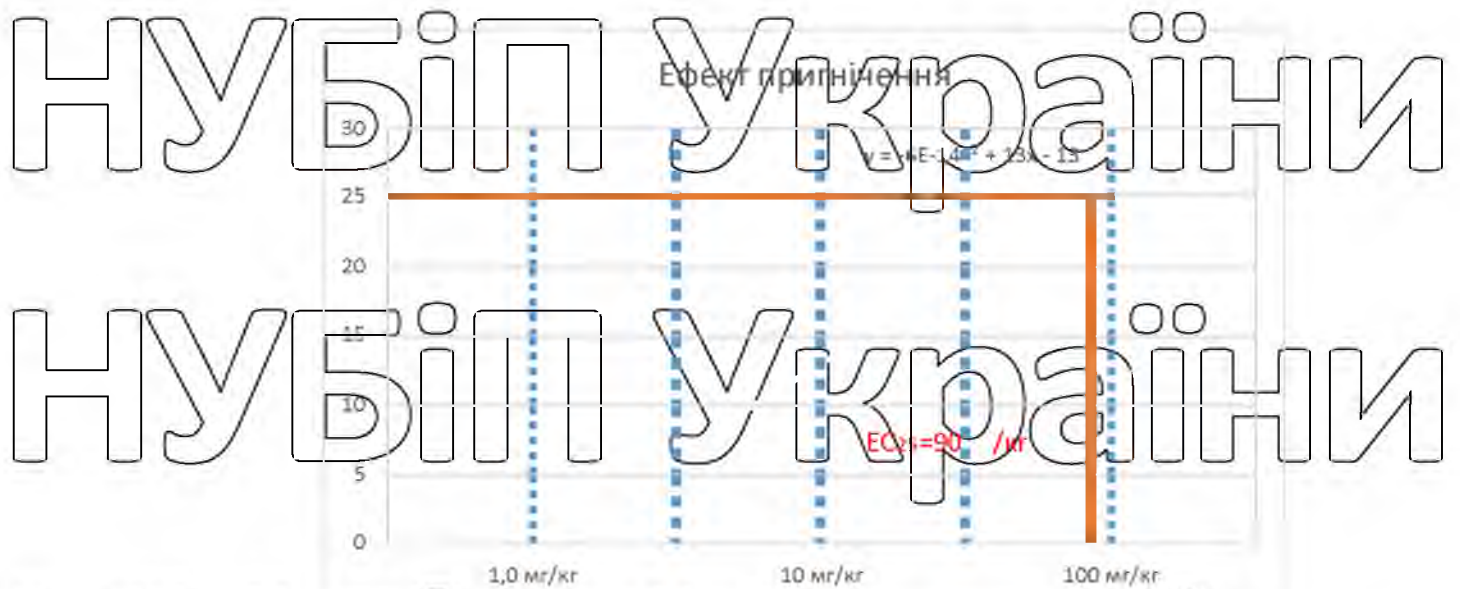


Рис. 3.8 Встановлення інгібіторної дії препарату МікоХелп на ріст коренів рослини

Як висновок з даного експерименту, обидва препарати проявили досить високий стимулюючий ефект на збільшення довжини коренів: до 219 % збільшення довжини кореня при застосуванні Азотофіту-Т, та до 121 % при застосуванні препарату МікоХелп. Слід відзначити, що піковий ефект стимуляції для препарату Азотофіт-Т був відмічений за концентрації 10 мг/кг, а токсичний ефект проявлявся аж до концентрації 1000 мг/кг. При цьому, EC<sub>25</sub> для даного препарату становив 80 мг/кг. Саме за такої концентрації у 25 % досліджуваних рослин спостерігався прояв токсичного ефекту. Щодо препарату МікоХелп – піковий стимулюючий ефект припав на концентрацію 1 мг/кг, сягав 121% відносно контролю. Після досягнення даної концентрації проявлявся інгібіторний ефект до концентрації 100 мг/кг. На даному проміжку концентрацій приріст довжини коренів скоротився зі 121 % до 63,4 %. При цьому, EC<sub>25</sub> для даного препарату становить 90 мг/кг. Тобто, можна сказати, що Препарат Азотофіт-Т більш небезпечний, ніж МікоХелп (так як EC<sub>25</sub> для Азотофіту становить 80 мг/кг, а для МікоХелпу – 90 мг/кг).

### 3.2.2 Дослід на проростання насіння салату (*Lactuca sativa* L.) (ISO 17126:2005, IDT)



### 3.2.2.1 Вплив на проростання насіння салату препарату Азотофіт-Т

Результати дослідження з впливу на проростання насіння салату препарату Азотофіт-Т представлені в табл. 3.9. Піковий стимулюючий ефект на проростання насіння спостерігається за концентрації 0.1 мг/кг. Рис. 3.9 відображає ефективність препарату відносно контрольної групи насінин. При концентрації 100 мг/кг відмічається найменший стимулюючий ефект, але і він сягає досить високого значення в 25% відносно контролю.

Таблиця 3.9

Вплив на проростання насіння салату препарату Азотофіт-Т

№	Концентрація речовини (С, мг/кг)	Кількість насінин, що проросли, шт	Ефект стимуляції відносно контролю, %
1	0,0 (контроль)	24	0,0
2	0,1	38	58,33
3	1,0	37	54,16
4	10,0	32	33,33
5	100,0	30	25
6	1000,0	39	62,5

Ефект препарату Азотофіт-Т відносно контролю

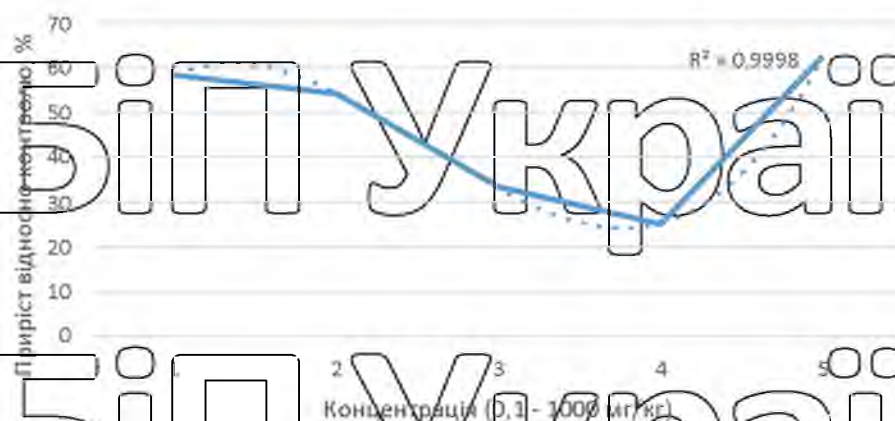


Рис. 3.9 Вплив на проростання насіння салату препарату Азотофіт-Т

Визначення токсичного ефекту препарату Азотофіт-Т на проростання насіння салату в досліджуваній групі. Так як найбільший стимулюючий ефект відмічений за концентрації 0.1 мг/кг, то саме ця

концентрація слугує “відправною точкою” для з’ясування тяжкості токсичного ефекту. Дані, використані для визначення представлені в табл. 3.10. Для насінності проведеного досліджу, див.рис. 3.10. В свою чергу, слід зазначити, що EC<sub>25</sub> для даного препарату становить цілком 800 мг/кг, що є досить високою концентрацією.

Таблиця 3.10

Визначення інгібіторного ефекту препарату Азотофіт-Т на проростання насіння салату в досліджуваній групі.

№	Концентрація речовини (C, мг/кг)	Кількість насінин, що проросли, шт	Ефект пригнічення, %
1	0,1	38	0
2	1,0	37	2,6
3	10,0	32	15,8
4	100,0	30	21

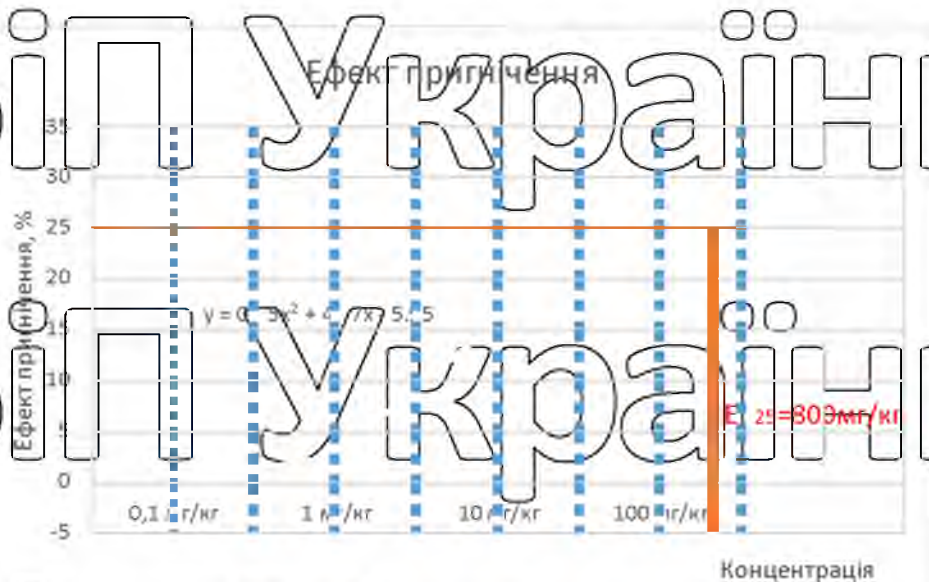


Рис. 3.10 Визначення токсичного ефекту препарату Азотофит-Г на проростання насіння салату в досліджуваній групі

### 3.2.2.2 Вплив на проростання насіння салату препарату МікоХелп

Результати дослідження, проведеного з використанням препарату МікоХелп представлені в табл. 3.11. Загалом, даний препарат проявив високий стимулюючий ефект на проростання насіння. Пікова стимуляція припадає на концентрацію 1 мг/кг, далі спостерігається досить значне пригнічення за концентрації 100 мг/кг ( від 66,6 % до 33,3 % відповідно) Наочне відображення даного дослідження зображене на рис. 3.11.

Таблиця 3.11  
Вплив на проростання насіння салату препарату МікоХелп

№	Концентрація речовини (C, мг/кг)	Кількість насінин, що проросли, шт	Ефект стимуляції відносно контролю, %
1	0,0 (контроль)	24	0,0
2	0,1	33	37,54
3	1,0	40	66,66
4	10,0	36	50
5	100,0	32	33,33
6	1000,0	37	54,16



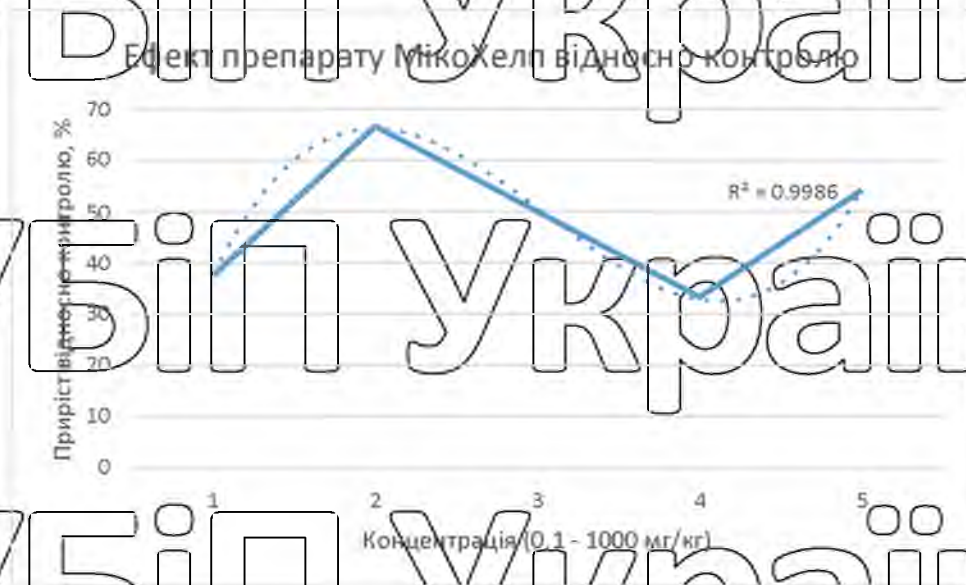


Рис. 3.11 Вплив на проростання насіння салату препарату МікоХелп

### Визначення токсичного ефекту препарату МікоХелп на

проростання насіння салату в досліджуваній групі. Так як концентрація в 1

мг/кг проявила найбільший стимулюючий ефект серед інших дослідних концентрацій, то слід брати її як умовний еталон для порівняння. Так, ефект пригнічення відносно еталонного значення проявили концентрації 10 мг/кг та

100 мг/кг ( див. Табл. 3.12 та рис. 3.12) Рисунок 3.12 відображає хід виконання

експерименту — від концентрації 1 мг/кг спостерігається прояв токсичного ефекту серед дослідної групи, який досягає 20%. В свою чергу, ЕС25 для препарату МікоХелп становить 500 мг/кг, що також є досить високим

значенням.

Таблиця 3.12

Визначення інгібіторного ефекту препарату МікоХелп на проростання насіння салату в досліджуваній групі

№	Концентрація речовини (С, мг/кг)	Кількість насінин, що проросли, шт	Ефект пригнічення, %
1	1,0	40	0
2	10,0	36	10

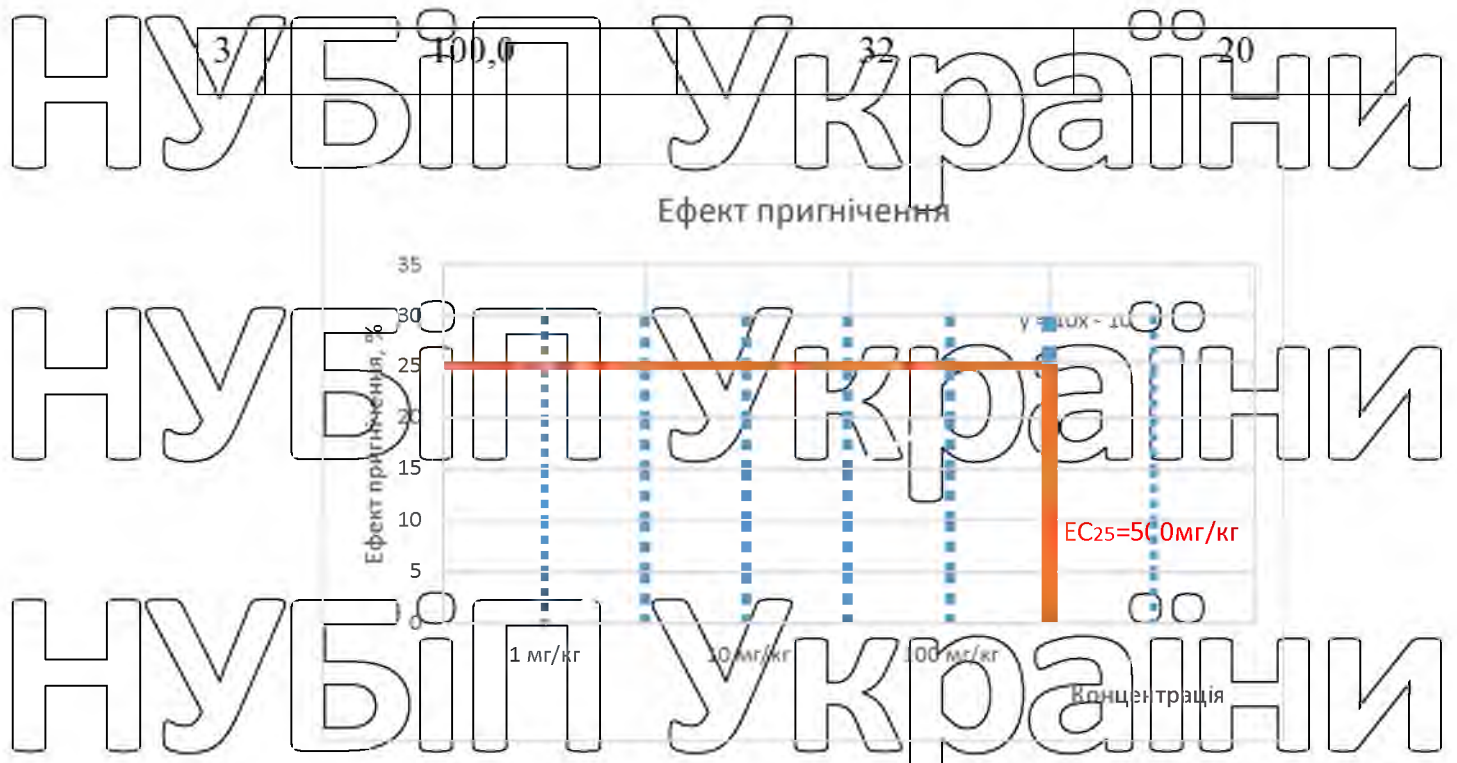


Рисунок 3.12 Визначення токсичного ефекту препарату МікоХелп на проростання насіння салату в досліджуваній групі

Як загальний висновок даного експерименту, слід відмітити досить високі показники  $EC_{25}$  в обох препаратів – 800 мг/кг у препараті Азотофіт-Т та 500 мг/кг для препарату МікоХелп. В даному випадку, більшу токсичність для проростання насіння несе препарат МікоХелп, але концентрація 500 мг/кг це досить високе значення. Піковий ефект стимуляції у препараті Азотофіт-Т припадає на концентрацію 0.1 мг/кг, і становить 58.33% відносно контрольної групи. У препараті МікоХелп піковий ефект стимуляції припадає на концентрацію 1 мг/кг, і складає 66.66% відносно контрольної групи насінин. В обох випадках, концентрації 100 мг/кг проявили найбільший токсичний ефект в межах досліджуваних концентрацій. Але відносно контрольної групи, навіть ці концентрації проявили стимулюючий ефект (25% стимуляції проростання насінин відносно контролю у Азотофіту-Т, та 33.3% стимуляції проростання насіння відносно контролю при використанні препарату МікоХелп).



### 3.3 Екотоксикологічна оцінка агрохімікатів за впливом на організми водної екосистеми

#### 3.3.1 Екотоксикологічна оцінка агрохімікатів за впливом на *Daphnia magna* Straus

Табл. 3.13 показує кількість живих тест-об'єктів протягом ходу досліду. Наочне відображення результатів роботи представлено далі (див. рис. 3.13). На момент зняття показників через добу після початку досліду кількість живих особин становила 2 організми. Через 48 годин після початку досліду ця кількість в середньому становила 0. Через 96 годин живих особин теж не спостерігалось. Такі низькі показники можна пояснити несприятливим температурним режимом в дослідному приміщенні (в середньому +26 градусів по Цельсію), і, як наслідок – малим вмістом розчиненого у воді кисню (досить висока температура в приміщенні призвела до летальних випадків в тестовій групі). При цьому, рекомендований температурний режим для виконання даного досліду – від 18 до 21 градуса по Цельсію.

Таблиця 3.13

Оцінка життєздатності *Daphnia magna* Straus залежно від часу проведення експерименту (контрольний варіант)

Повторність	Кількість особин на початок експерименту	Кількість живих особин через 24 год	Кількість живих особин через 48 год	Кількість живих особин через 96 год
1	10	3	1	1
2	10	1	0	0
3	10	1	0	0

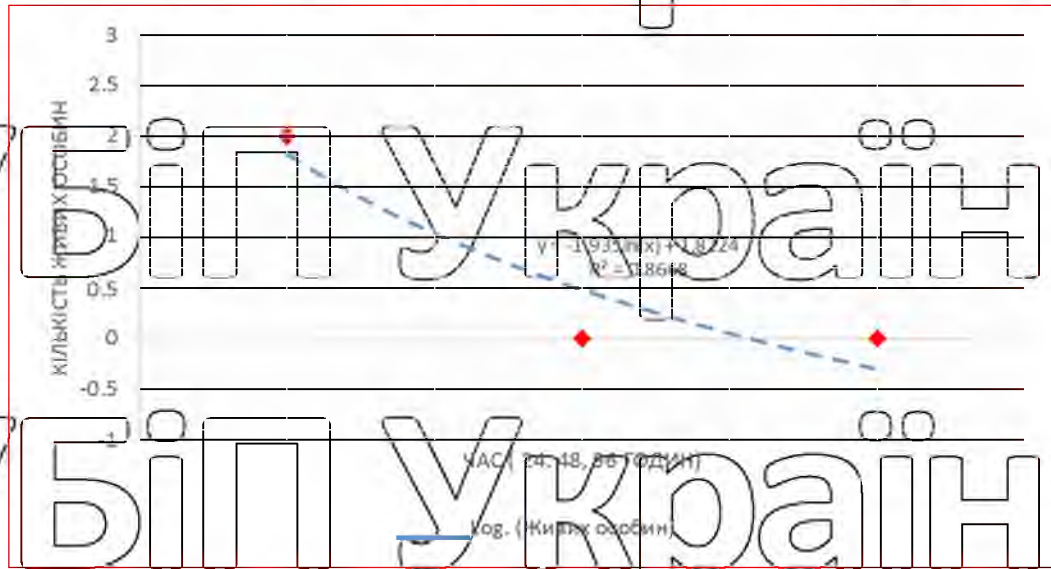


Рис.3.13 Життєздатність *Daphnia magna Straus* залежно від часу

проведення експерименту (контрольний варіант)

### 3.3.2 Оцінка препарату Азотофіт-Т за реакцією *Daphnia magna Straus*

З результатами ходу експерименту з оцінки препарату Азотофіт-Т за реакцією тваринних тест-об'єктів можна ознайомитись в табл. 3.14. В ній представлений масив даних по ходу виконання експерименту співставлені з концентраціями та виведені середні значення по живим особинам на кінець досліду.

Таблиця 3.14

Вплив препарату Азотофіт-Т на життєздатність *Daphnia magna Straus*

Повторність	Кількість	Кількість	Кількість	Кількість
	особин	живих особин	живих особин	живих особин
	на початок	через	через	через
	експерименту	24 год.	48 год.	96 год.
Концентрація 0,1 мг/л				

1	10	7	3	1
2	10	6	3	0

3	10	6	4	0
---	----	---	---	---

середнє	10	6	3	1
---------	----	---	---	---

Концентрація 1,0 мг/кг

1	10	4	1	1
---	----	---	---	---

2	10	5	1	0
3	10	5	3	0

середнє

10	5	2	1
----	---	---	---

Концентрація 10,0 мг/л

1	10	5	1	0
2	10	5	2	0

3	10	5	3	2
---	----	---	---	---

середнє	5	2	1
---------	---	---	---

Концентрація 100 мг/л

1	10	5	1	0
---	----	---	---	---

2	10	3	1	1
3	10	1	0	0

середнє

4	1	1
---	---	---

Концентрація 1000 мг/л

1	10	4	1
---	----	---	---



7	10	6	0	0
3	10	6	2	0
середнє	10	5	1	1

Рис. 3.15 та 3.15.1 відображають залежність кількості вмісту досліджуваної речовини у воді до кількості живих особин, і відповідно – до ефекту смертності. За мінімальної концентрації в 0.1 мг/кг смертність становить 40%, що є значно нижчим показником, ніж у контрольній групі. Навіть за концентрації в 100 мг/кг, де показник смертності досягає пікового значення і становить 70%, відзначається стимулюючий ефект досліджуваного препарату, відносно контрольної групи тест-об'єктів після 24 годин дослідду.

Рис.3.15.2 дозволяє графічно відобразити значення  $EC_{60}$  для даного препарату, тим самим, дає можливість з'ясувати рівень токсичного впливу препарату протягом 24 годин експерименту. Виявлено, що  $EC_{60}$  для препарату Азотофіт-Т на даному проміжку часу становить 8 мг/кг.

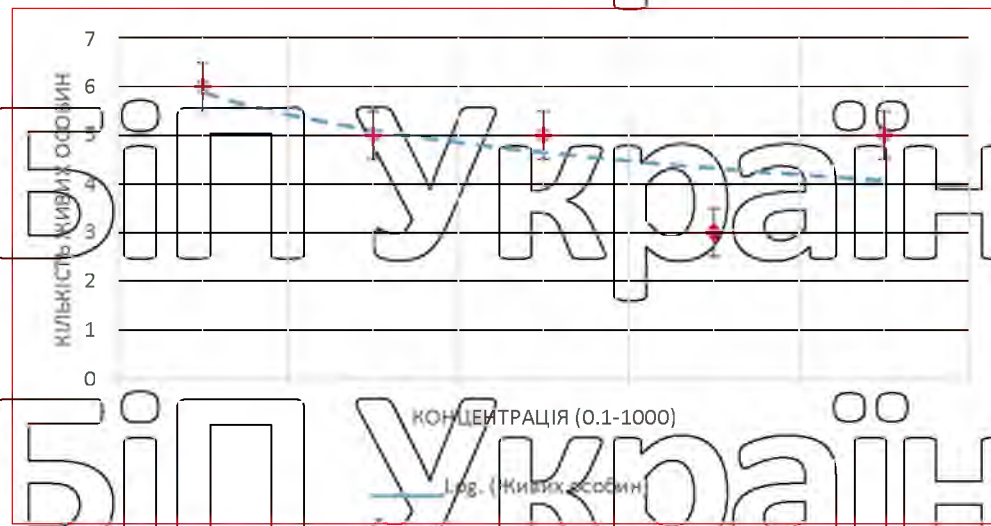


Рис. 3.15 Вплив препарату Азотофіт-Т на життєздатність *Daphnia magna* Straus (експозиція 24 год.)



Рис. 3.15.1 Вплив препарату Азотофіт-Т на ефект смертності *Daphnia magna Straus* (експозиція 24 год.)

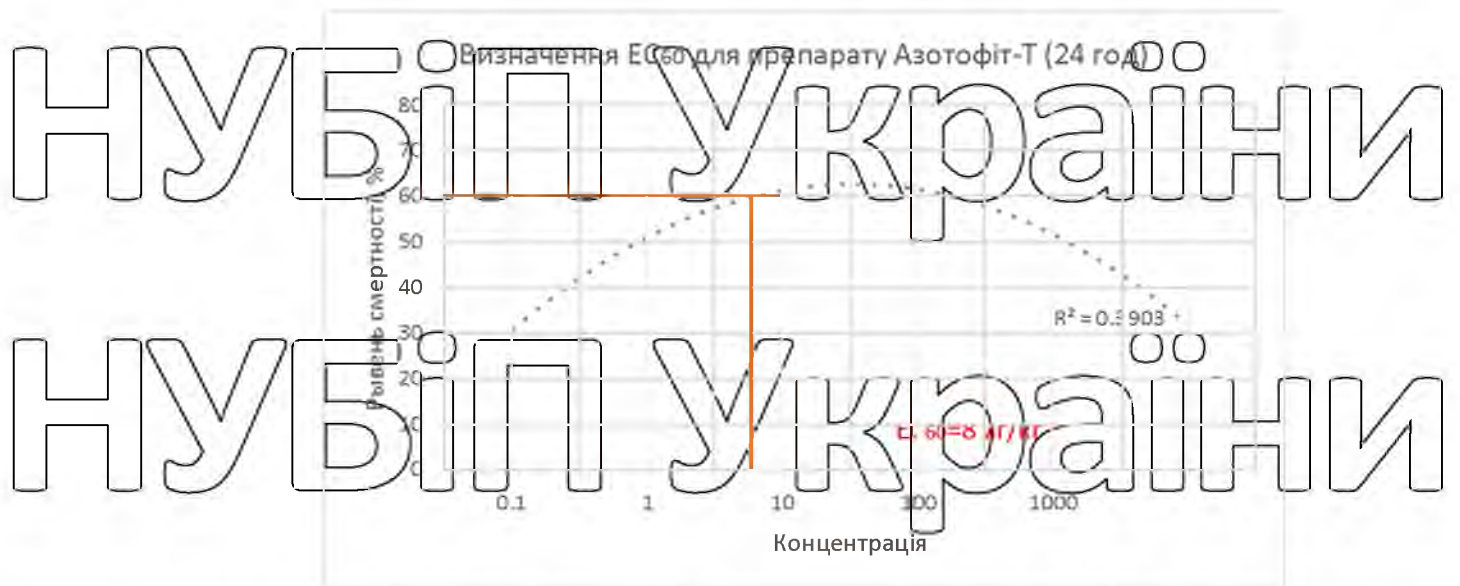


Рис. 3.15.2 Визначення EC50 для препарату Азотофіт-Т за допомогою *Daphnia magna Straus* (експозиція 24 год.)

В даному випадку, Рис. 3.16 та 3.16.1 відображають залежність кількості вмісту досліджуваної речовини у воді до кількості живих особин, і відповідно – до ефекту смертності. За мінімальної концентрації в 0.1 мг/кг смертність становить 70%, що є значно нижчим показником, ніж у контрольній групі. Навіть при відносно високому рівні смертності відмічається стимулюючий



ефект досліджуваного препарату, відносно контрольної групи тест-об'єктів після 48 годин дослідження. Рис.3.16.2 дозволяє графічно відобразити значення ЕС<sub>60</sub> для даного препарату, тим самим, дає можливість з'ясувати рівень токсичного впливу препарату протягом 48 годин експерименту. Виявлено, що ЕС<sub>60</sub> для препарату Азотофіт-Т на даному проміжку часу становить 0,4 мг/кг.

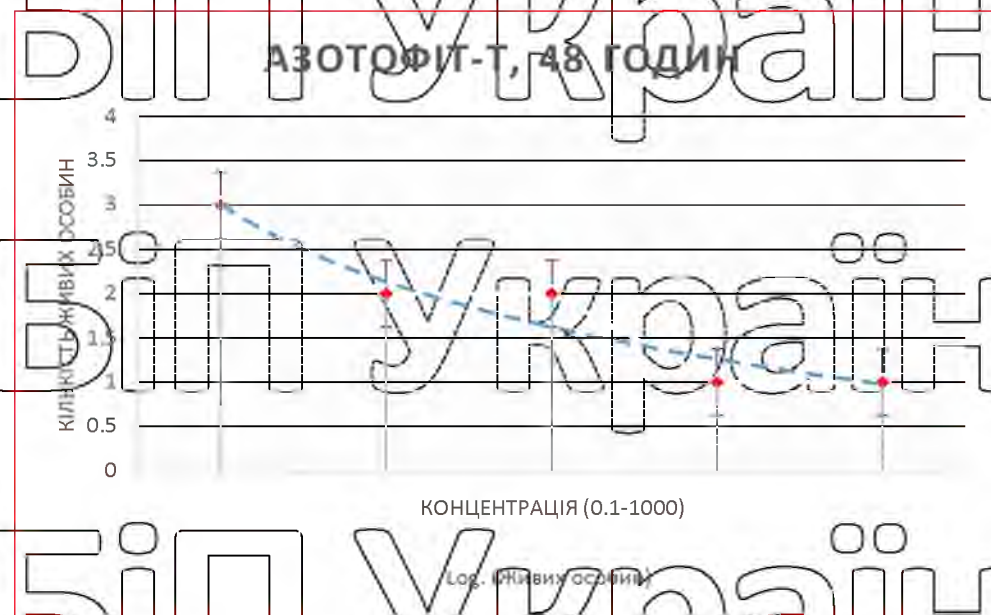


Рис. 3.16 Вплив препарату Азотофіт-Т на життєздатність *Daphnia magna* Straus (експозиція 48 год.)

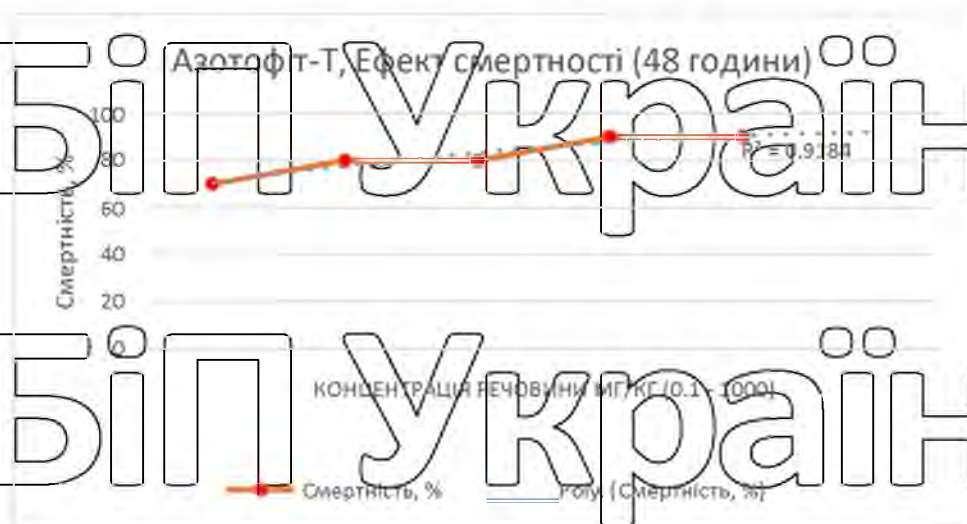


Рис. 3.16.1 Вплив препарату Азотофіт-Т на ефект смертності *Daphnia magna* Straus (експозиція 48 год.)

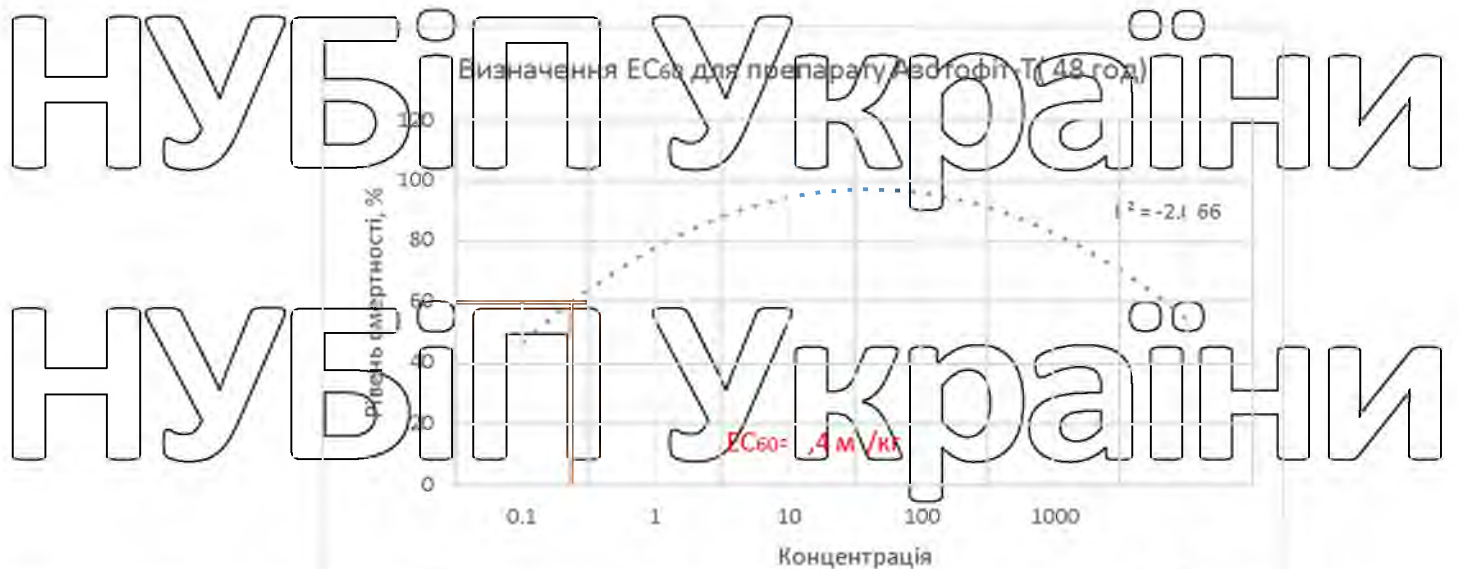


Рис. 3.16.2. Визначення EC<sub>50</sub> для препарату Азотофіт-Т за допомогою *Daphnia magna Straus* (експозиція 48 год.)

Останній етап дослідження – зняття показників через 96 годин з початку експерименту. Рис. 3.17 та 3.17.1 відображають залежність кількості вмісту досліджуваної речовини у воді до кількості живих особин, і відповідно – до ефекту смертності. Відносно висока температура повітря і 96 годин від початку дослідів майже повністю прирівняли результати тестової групи до контрольної.

Слід сказати, що за концентрації 10 мг/кг ефект смертності становить 90%, але це значення знаходиться в межах статистичної похибки відносно аналогічних значень. Рис.3.17.2 дозволяє графічно відобразити значення EC<sub>50</sub> для даного препарату, тим самим, дає можливість з'ясувати рівень токсичного впливу препарату протягом 96 годин експерименту. Виявлено, що EC<sub>50</sub> для препарату Азотофіт-Т на даному проміжку часу становить 0,1 мг/кг.



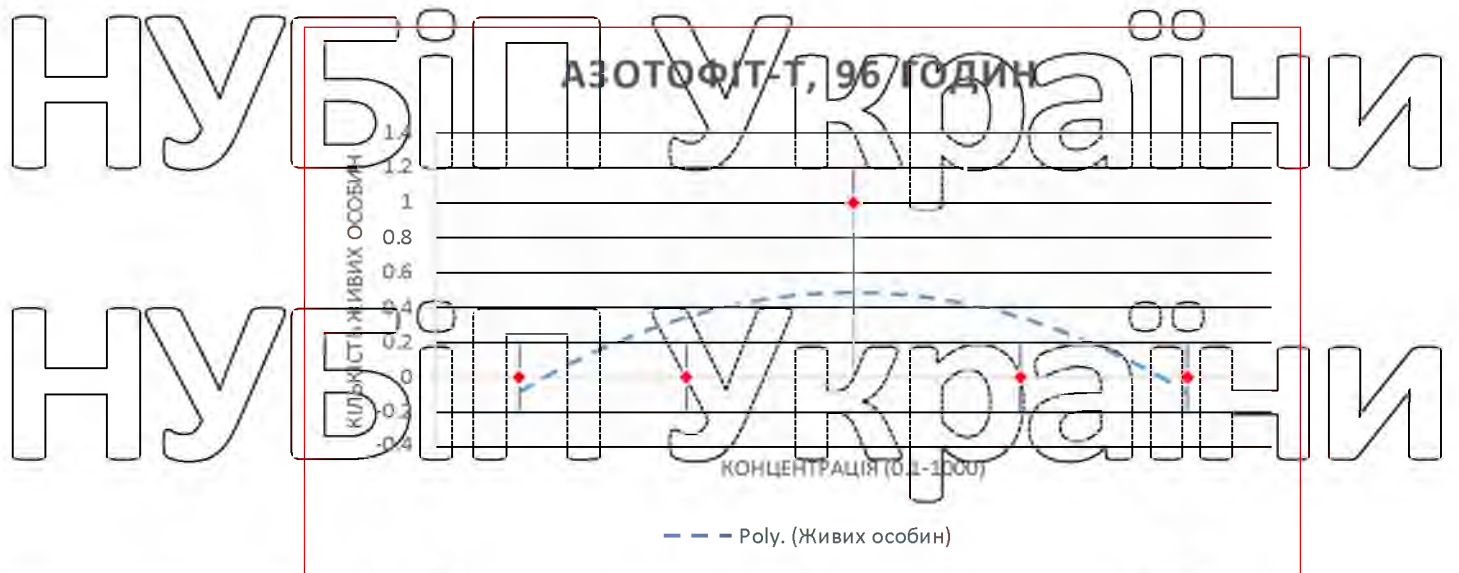


Рис. 3.17 Вплив препарату Азотофіт-Т на життєздатність *Daphnia magna Straus* (експозиція 96 год.)

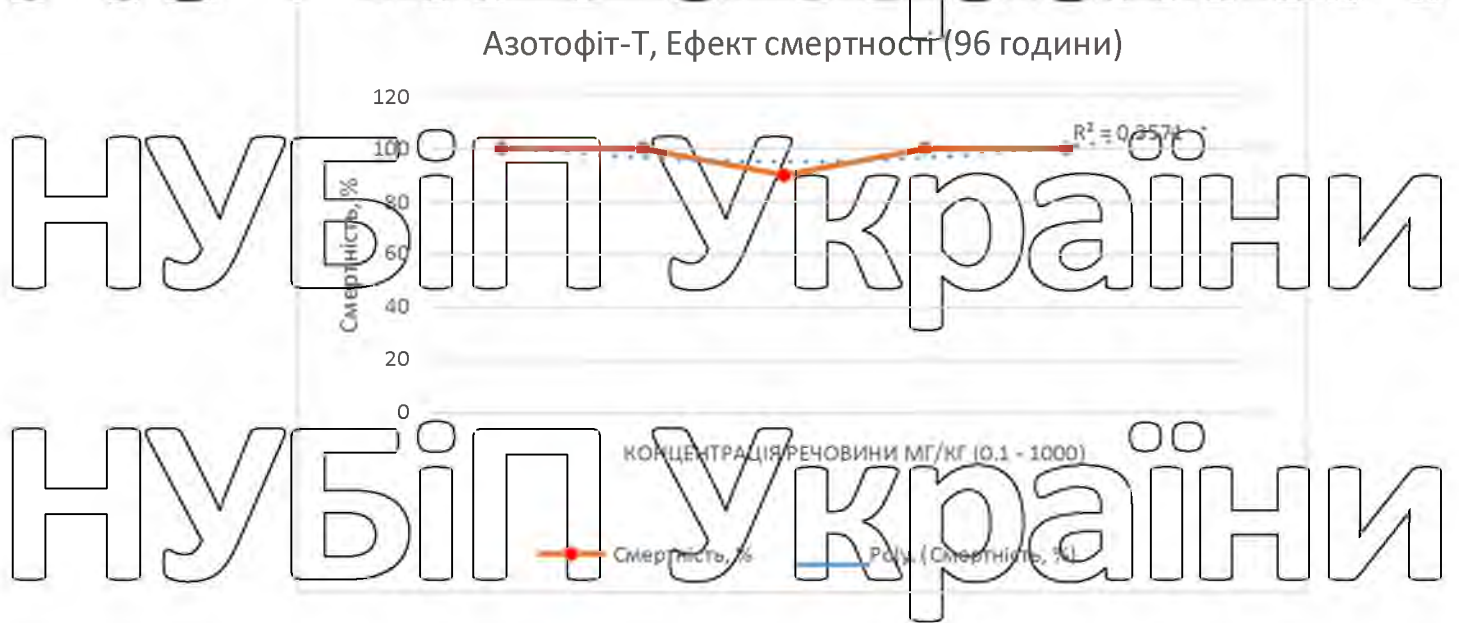


Рис. 3.17.1 Вплив препарату Азотофіт-Т на ефект смертності *Daphnia magna Straus* (експозиція 96 год.)

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

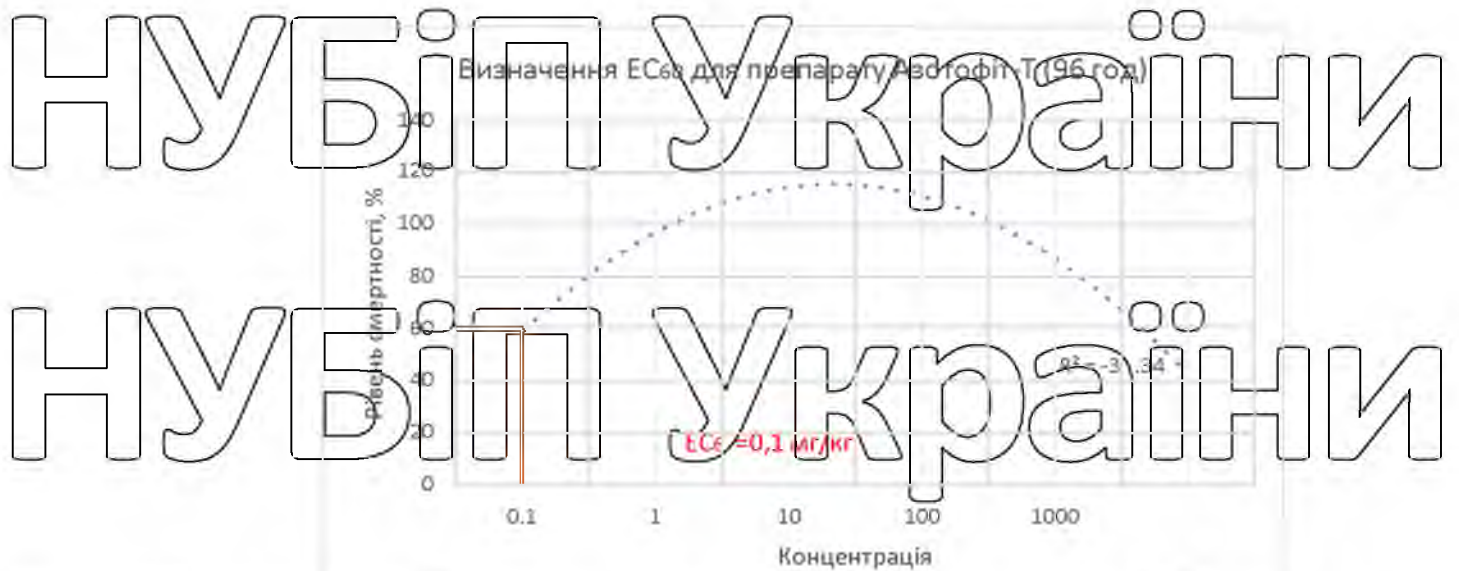


Рис. 3.17.2. Визначення EC50 для препарату Автофіт-Т за допомогою *Daphnia magna* Straus (експозиція 96 год.)

3.3.2.1 Оцінка препарату МікоХелп за реакцією *Daphnia magna* Straus

Вплив препарату МікоХелп на життєздатність *Daphnia magna* Straus

Повторність	Кількість особин	Кількість живих особин	Кількість живих особин	Кількість живих особин
	на початок експерименту	через 24 год.	через 48 год.	через 96 год.
Концентрація 0,1 мг/л				
1	10	6	4	2
2	10	4	3	2
3	10	2	2	1
середнє	10	4	3	2
Концентрація 1,0 мг/кг				
1	10	5	4	2



Рис. 3.18 та 3.18.1 відображають залежність кількості вмісту

досліджуваної речовини у воді до кількості живих особин, і відповідно – до ефекту смертності. Загальний ефект смертності становить 60%, що є досить гарним показником відносно контрольної групи. За концентрації 1000 мг/кг



смертність становить 40%, що є найнижчим показником з усієї вибірки. Тобто можна сказати, що за цієї концентрації відбувається незначний ефект стимуляції тест-об'єктів на короткий проміжок часу. Рис.3.18.2 дозволяє

графічно відобразити значення  $EC_{50}$  для даного препарату, тим самим, дає

можливість з'ясувати рівень токсичного впливу препарату протягом 24 годин експерименту. Визначено, що  $EC_{50}$  для препарату МікоХелп на даному проміжку часу становить 0,8 мг/кг.



Рис. 3.18 Вплив препарату МікоХелп на життєздатність *Daphnia magna*



Рис. 3.18.1 Вплив препарату МікоХелп на ефект смертності *Daphnia magna Straus* (експозиція 24 год.)



Рис. 3.18.2. Визначення ЕС<sub>50</sub> для препарату МікоХелл за допомогою *Daphnia magna* Straus (експозиція 24 год.)

Нижче наведені рис. 3.19 та 3.19.1, які відображають залежність кількості вмісту досліджуваної речовини у воді до кількості живих особин, відповідно до ефекту смертності. Мінімальна концентрація в 0,1 мг/кг проявила досить значний ефект стимуляції відносно контролю, і мінімізувала розвиток ефекту смертності в порівнянні з попереднім зняттям проміжних показників (в порівнянні зі знятими показниками через 24 години експерименту, де ефект смертності за цієї концентрації становив 60%, а через 48 годин від початку дослідження цей показник збільшився лише на 10%, тобто можна сказати про досить незначний, але протлонгований стимулюючий ефект за цієї концентрації. На інших концентраціях цей ефект збільшився на 20%, а короткий стимулюючий ефект за концентрації 1000 мг/кг причинив свою дію. Згідно до рис. 3.19.2, значення ЕС<sub>50</sub> в даному випадку становить 0,4 мг/кг.



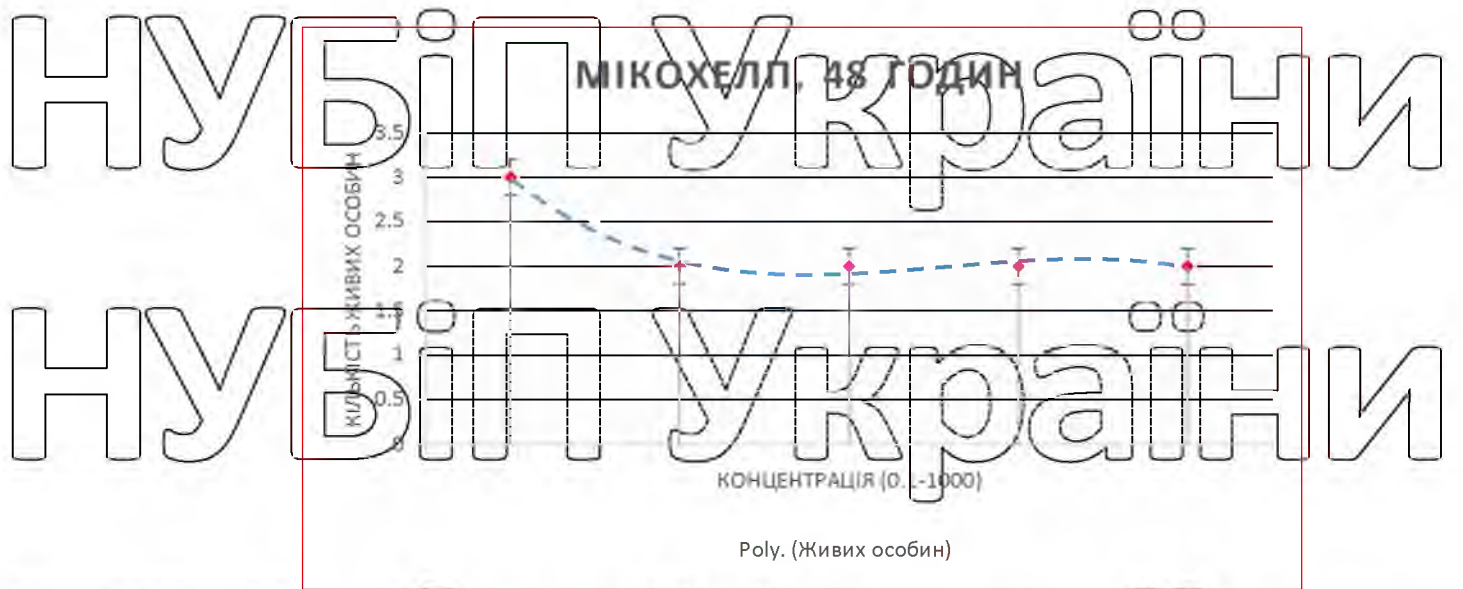


Рис. 3.19 Вплив препарату МікоХелл на життєздатність *Daphnia magna Straus* (експозиція 48 год.)



Рис. 3.19.1 Вплив препарату МікоХелл на ефект смертності *Daphnia magna Straus* (експозиція 48 год.)

НУБІП Україні

НУБІП Україні

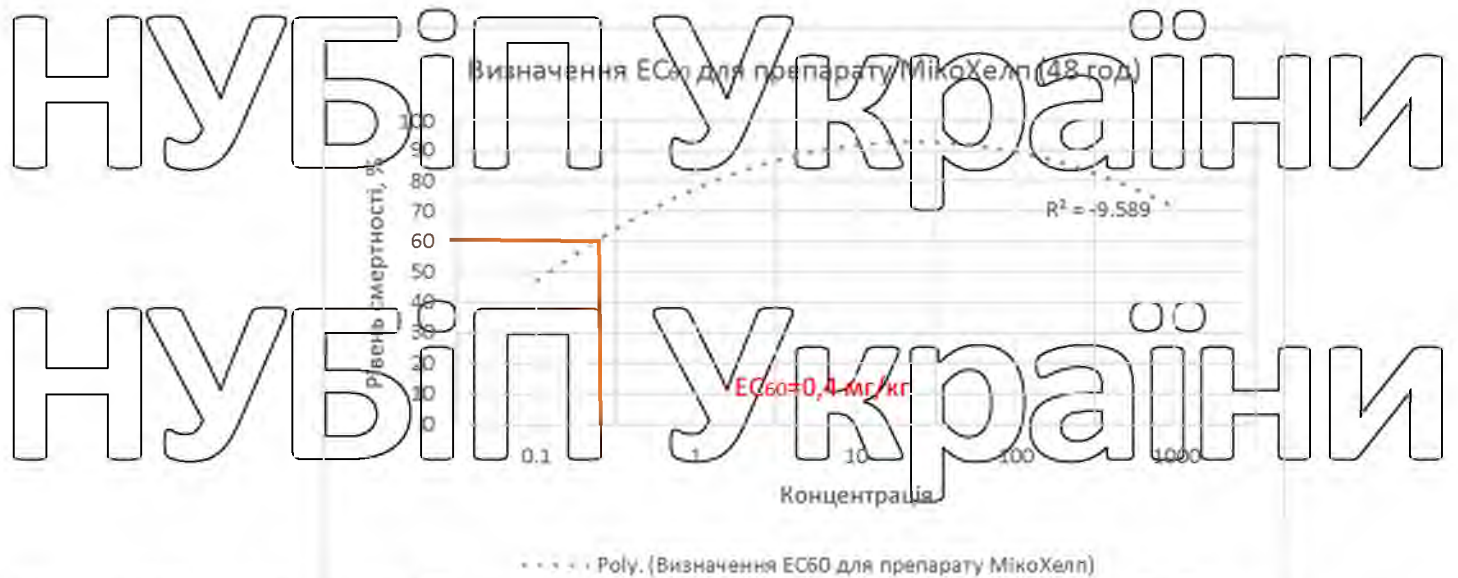


Рис. 3.19.2. Визначення  $EC_{50}$  для препарату МікоХелп за допомогою *Daphnia magna Straus* (експозиція 48 год.)

Рис. 3.20 та 3.20.1 відображають залежність кількості вмісту

досліджуваної речовини у воді до кількості живих особин, і відповідно – до ефекту смертності. Знову ж таки, мінімальна концентрація в 0,1 мг/кг показує пролонгований стимулюючий ефект (при знятті показників через 48 годин ефект смертності становив 70%, що на 10% менше, ніж при фінальному знятті).

Тому можна впевнено сказати, що концентрація 0.1 мг/кг проявляє досить сильний стимулюючий і пролонгований ефект. Ефект же стимуляції при концентрації 1000 мг/кг проявив слабкий стимулюючий ефект на короткий проміжок часу. Загальний же ефект смертності становить 90%, що свідчить про слабкий загальний стимулюючий ефект препарату в цілому відносно контролю.

Рис.3.20.2 дозволяє графічно відобразити значення  $EC_{50}$  для даного препарату, тим самим, дає можливість з'ясувати рівень токсичного впливу препарату протягом 96 годин експерименту. Виявлено, що  $EC_{50}$  для препарату МікоХелп на даному проміжку часу становить 0,2 мг/кг.



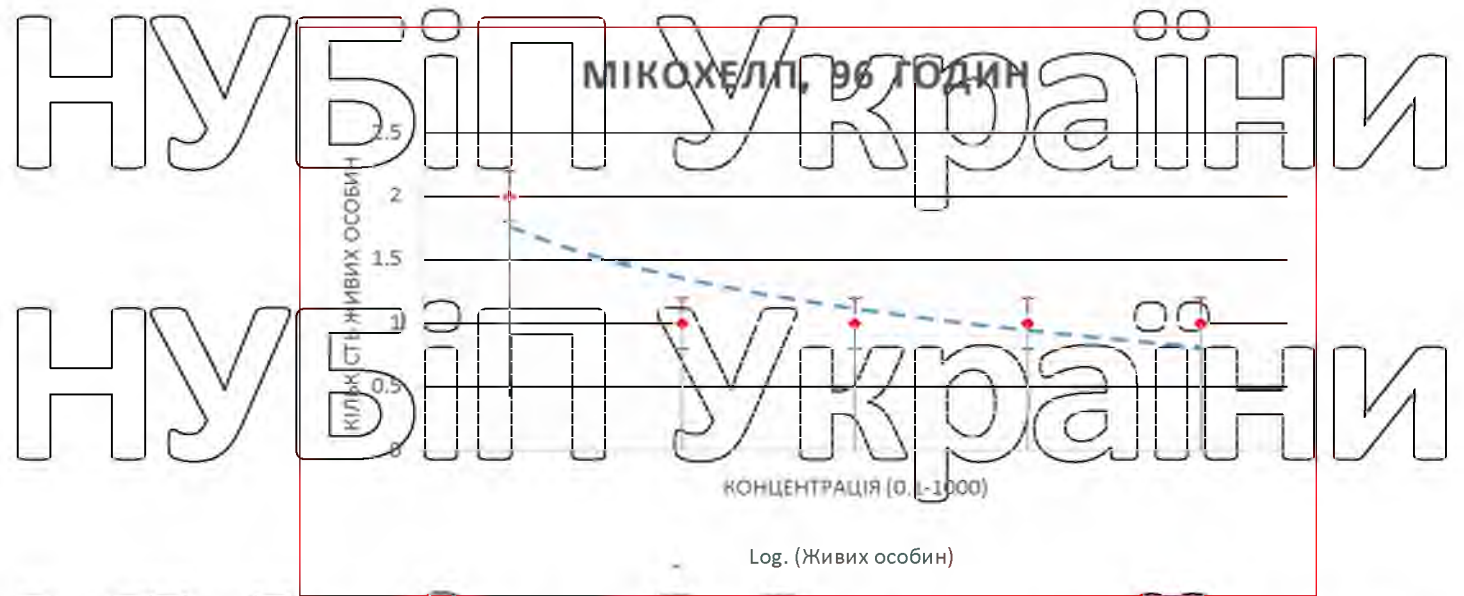


Рис. 3.20 Вплив препарату МікоХелп на життєдатність *Daphnia magna Straus* (експозиція 96 год.)

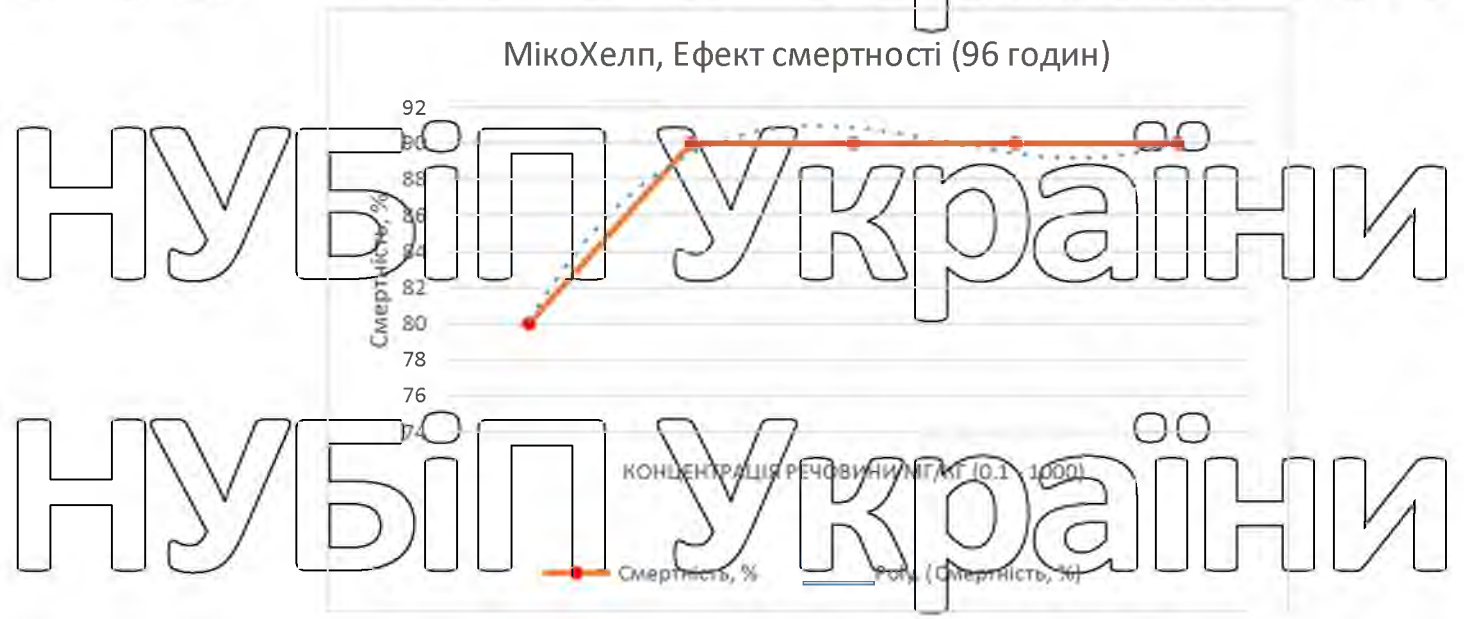


Рис. 3.20.1 Вплив препарату МікоХелп на ефект смертності *Daphnia magna Straus* (експозиція 96 год.)

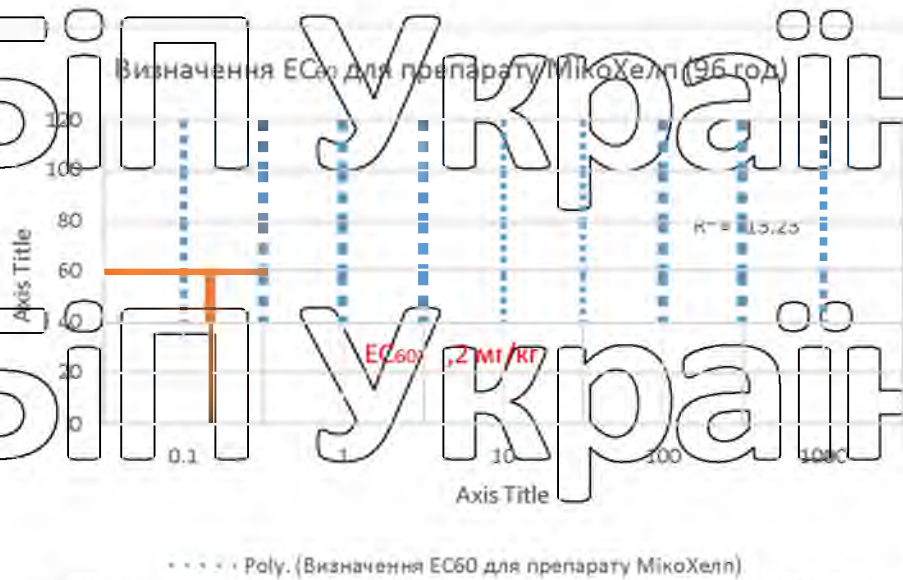


Рис. 3.20.2. Визначення  $EC_{60}$  для препарату МікоХелп за допомогою *Daphnia magna* Straus (експозиція 96 год.)

Як загальний висновок з даного експерименту, можна сказати, що препарати Азотофіт-Т та МікоХелп досить сильно відрізняються за механізмом токсичного впливу. Початкові показники  $EC_{60}$  становили 8 мг/кг для Азотофіту-Т та 0,8 мг/кг для препарату МікоХелп. Відразу помітне відзначити різницю між ефективними концентраціями цих препаратів – дані параметри відрізняються в 10 разів. Отже, препарат МікоХелп в 10 разів токсичніший на малому відрізку часу, ніж Азотофіт-Т. Але далі тенденція змінюється, і показники  $EC_{60}$  після 48 годин експерименту зрівнюються, становлять 0,4 мг/кг для обох препаратів. Подальше проведення дослідження показало, що препарат Азотофіт-Т стає більш токсичний на відносно довгому проміжку часу, ніж МікоХелп. В цьому можна впевнитись, зрівнявши показники  $EC_{60}$  даних препаратів – 0,1 мг/кг для Азотофіту-Т та 0,2 мг/кг для МікоХелпу. Даному явищу є два пояснення – або препарат Азотофіт-Т дійсно проявляє токсичний ефект з плином часу, або через досить високу температуру в дослідному приміщенні (на декілька градусів вища, ніж рекомендована для проведення дослідження), БСК (біологічне споживання кисню) саме в розчинах цього препарату перевищили аналогічні значення в препараті МікоХелп.



### 3.4 Екоотоксикологічна оцінка агрохімікатів за впливом на *Lemma minor*

#### 3.4.1 Контрольна група рослинних тест-об'єктів (*Lemma minor*)

Рис. 3.21 та 3.21.1 відображають кількість уражених особин в контрольній групі тест-об'єктів рослинних організмів. Під “ефектом ураження” мається на увазі підгнивання або зміна забарвлення ризоїдів, зміна забарвлення цілої або країв листових пластинок, ефект знебарвлення, ефект повного або часткового відмирання пластинки. Знову ж таки, через досить високу температуру в дослідному приміщенні (в середньому +26 градусів по Цельсію) відбувались спонтанні ефекти ураження рослин через нестачу розчинного у воді кисню. Це спричинило деякі порушення в обмінних процесах рослин.

Рис. 3.21

Оцінка життєздатності *Lemma minor* залежно від часу проведення експерименту (контрольний варіант)

Повторність	Кількість особин на початок експерименту	Кількість уражених особин через 24 год	Кількість уражених особин через 48 год	Кількість уражених особин через 96 год
1	10	1	2	2
2	10	1	1	2
3	10	2	2	3
Середнє	10	2	2	3



Рис.3.21.1 Життєздатність *Lemna minor* залежно від часу проведення експерименту (контрольний варіант)

### 3.4.2 Оцінка препарату Азотофіт-Т за реакцією *Lemna minor*

З результатами ходу експерименту з оцінки препарату Азотофіт-Т за реакцією рослинних тест-об'єктів можна ознайомитись в табл. 3.14. В ній представлений масив даних по ходу виконання експерименту, співставлені з концентраціями та виведені середні значення по кількості уражених особин на кінець досліду.

Таблиця 3.14

Вплив препарату Азотофіт-Т на життєздатність *Daphnia magna Straus*

Повторність	Кількість особин на початок експерименту	Кількість уражених особин через 24 год.	Кількість уражених особин через 48 год.	Кількість уражених особин через 96 год.
Концентрація 0,1 мг/л				



1	10	1	2	4
2	10	2	2	3
3	10	1	2	3

середнє

1	10	2	2	4
---	----	---	---	---

Концентрація 1,0 мг/кг

1	10	3	3	3
---	----	---	---	---

2	10	1	2	4
3	10	1	3	3
середнє	10	2	3	4

Концентрація 10,0 мг/л

1	10	1	2	3
2	10	1	2	4

3	10	1	1	3
---	----	---	---	---

середнє

1	10	1	2	4
---	----	---	---	---

Концентрація 100 мг/л

1	10	3	4	5
---	----	---	---	---

2	10	1	2	2
3	10	1	3	4
середнє		2	3	4

Концентрація 1000 мг/л

1	10	3	3	5
---	----	---	---	---

Н	У	Б	І	П	У	К	Р	А	І	Н	И
2	10	3	10	2	4	8	4	5			
3	10										
середнє	10	3	4	5							

Рис. 3.22 і 3.22.1 відображають залежність кількості вмісту досліджуваної речовини у воді до кількості уражених особин, і відповідно – до ефекту ураження. На даному графіку видно, що концентрації від 100 до 1000 мг/кг спричиняють значне збільшення випадків ураження рослинних організмів. Це можна пояснити значним вмістом азотофіксуючих бактерій в препараті, і, можливо, до пригнічення рослин через високий вміст азоту в розчині на короткому проміжку часу. На рис. 3.22.2 графічно відображено значення  $EC_{20}$  для даного препарату, тим самим, це дає можливість з'ясувати рівень токсичного впливу препарату протягом 24 години експерименту. Виявлено, що  $EC_{20}$  для препарату/ Азотофіт-Т на даному проміжку часу становить 100 мг/кг.

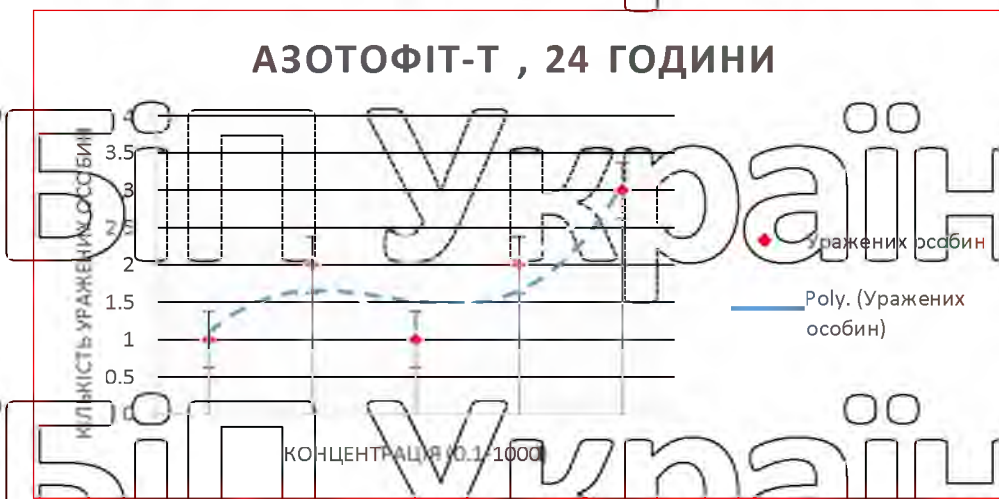


Рис. 3.22 Вплив препарату Азотофіт-Т на життєздатність *Lemna minor* (експозиція 24 год.)



Рис. 3.22.1 Вплив препарату Азотофіт-Т на ефект ураження *Lemna minor* (експозиція 24 год.)

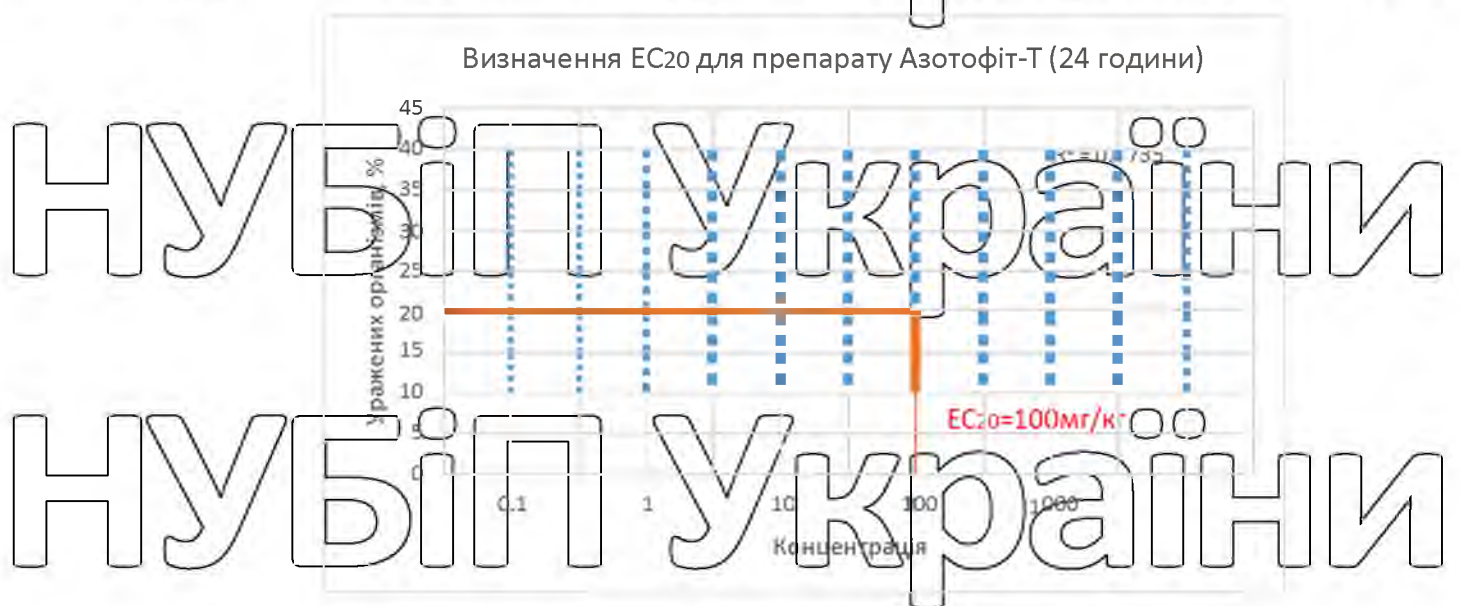


Рис. 3.22.2 Визначення EC<sub>20</sub> для препарату Азотофіт-Т за допомогою *Lemna minor* (експозиція 24 год.)

Для наочного відображення залежності кількості вмісту досліджуваної речовини у воді до кількості уражених особин, і відповідно – до ефекту ураження див. Рис.3.23. На рис. 3.23.1 видно певну нормалізацію графіку і усереднення токсичного ефекту в цілому. Концентрація 10 мг/кг все ще проявляє найменший вплив на ураження рослинних організмів. На рис. 3.23.2 графічно відображено значення EC<sub>20</sub> для даного препарату, тим самим, це дає



можливість з'ясувати рівень токсичного впливу препарату протягом 48 годин експерименту. Виявлено, що ЕС<sub>20</sub> для препарату Азотофіт-Т на даному проміжку часу (48 годин) становить 0,5 мг/кг, що у 200 разів вище, ніж при 24 годинах спостережень за експериментальною групою.

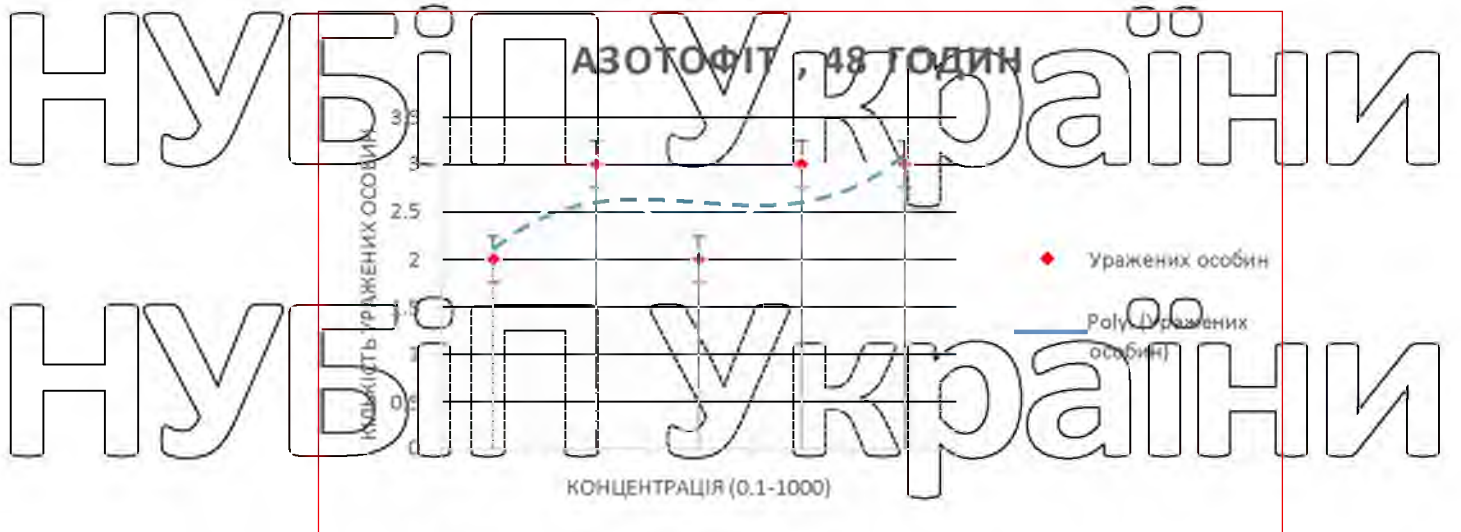


Рис. 3.23 Вплив препарату Азотофіт-Т на життєздатність *Lemna minor* (експозиція 48 год.)

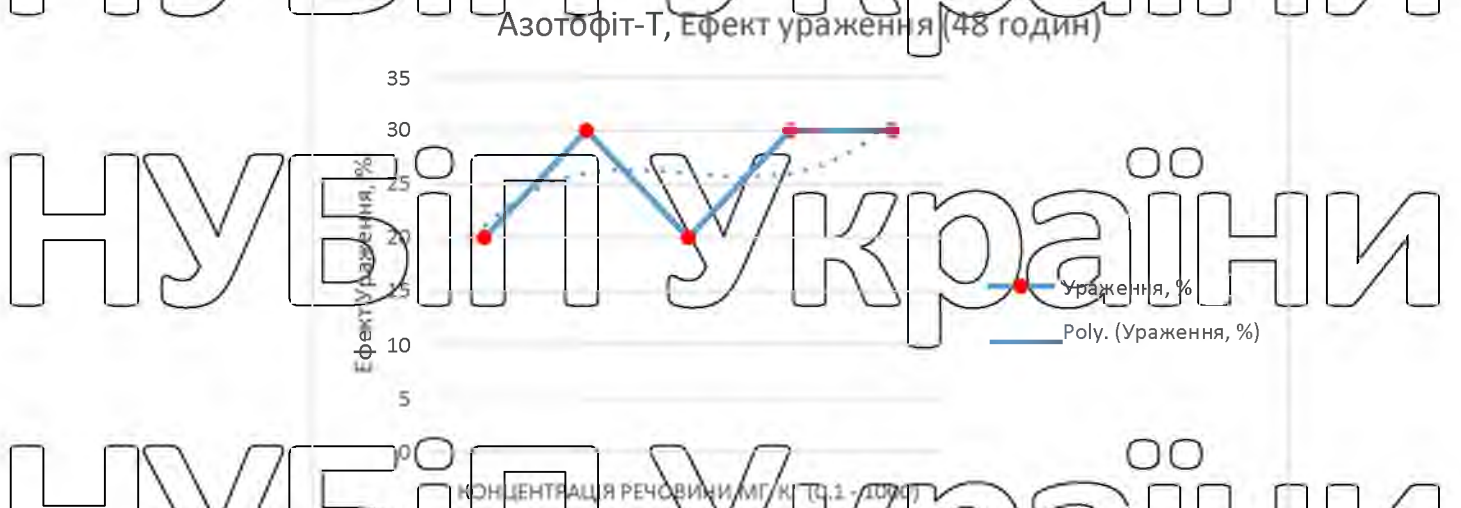


Рис. 3.23.1 Вплив препарату Азотофіт-Т на ефект ураження *Lemna minor* (експозиція 48 год.)



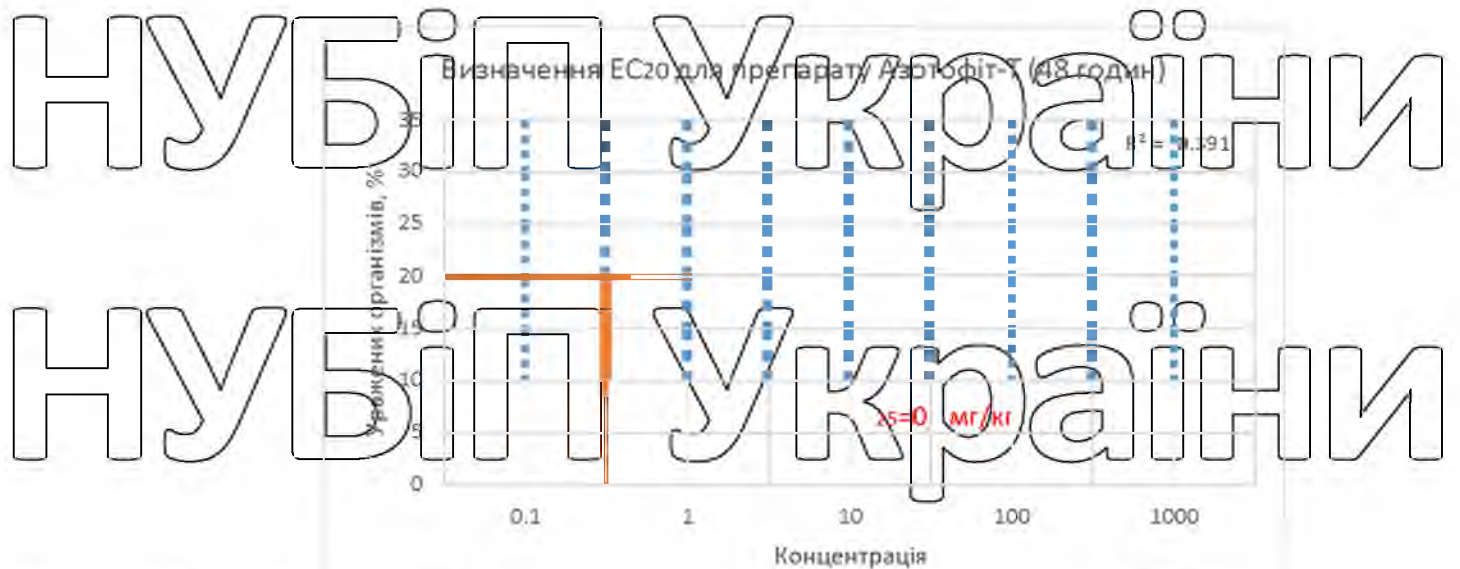


Рис. 3.23.2. Визначення EC20 для препарату Азтофіт-Т за допомогою *Leptan tinor* (експозиція 48 год.)

На рис. 3.24 відображено залежність кількості вмісту досліджуваної речовини у воді до кількості уражених особин, і відповідно – до ефекту ураження. На рис. 3.24.1 можна спостерігати досить логічну закономірність – зі збільшенням вмісту препарату в розчині відбувається ріст токсичного ефекту. Це можна пояснити зростанням загального БСК (біологічного споживання кисню) в приготованих розчинах, що напряму залежить від бактерій, що входять до складу препарату. Внаслідок зменшення вмісту вільного розчинного кисню в розчині, дослідні рослини недоотримують його в потрібній кількості для нормального функціонування. Для графічного відображення див. рис. 3.24.2. EC20 на кінець дослуду становить 0,3 мг/кг.

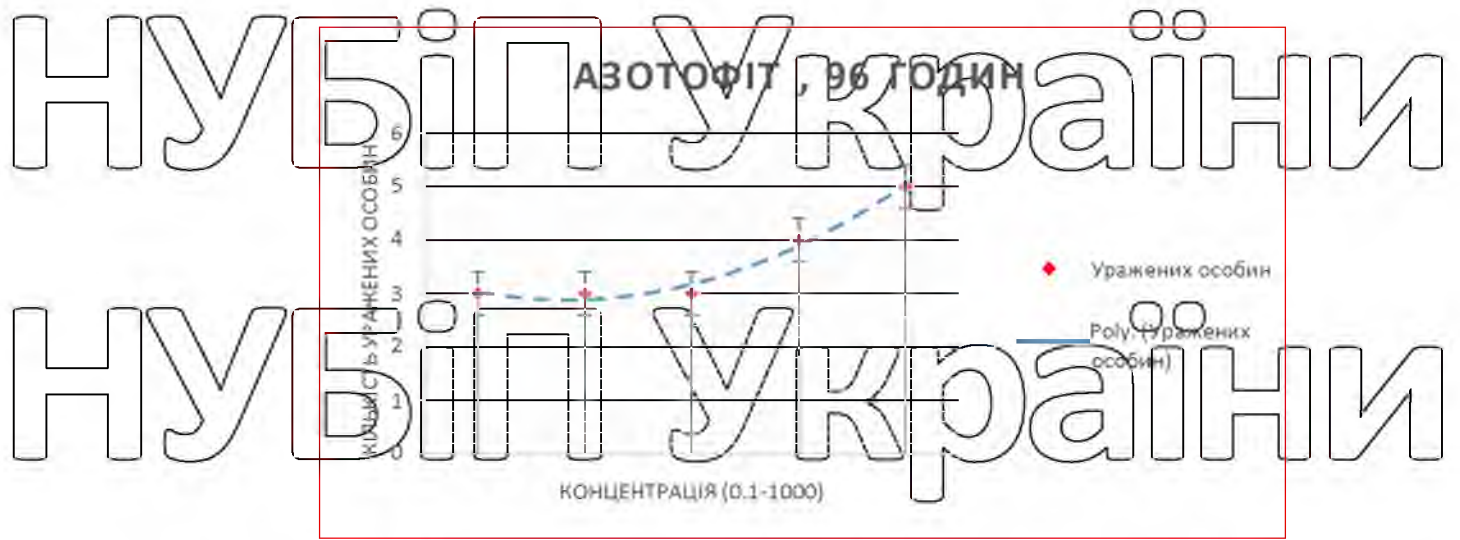


Рис. 3.24 Вплив препарату Азотофіт-Т на життєздатність *Letna minor* (експозиція 96 год.)

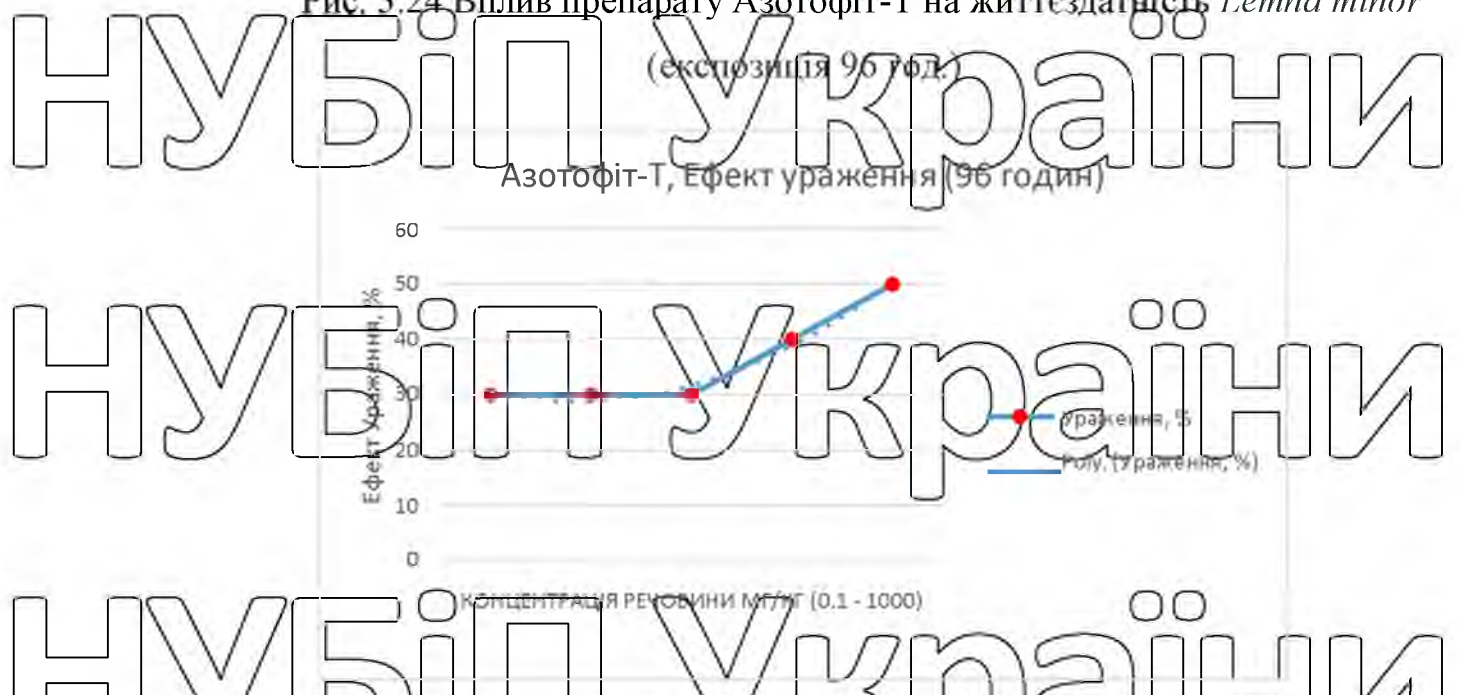


Рис. 3.24.1 Вплив препарату Азотофіт-Т на ефект ураження *Letna minor* (експозиція 96 год.)

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ



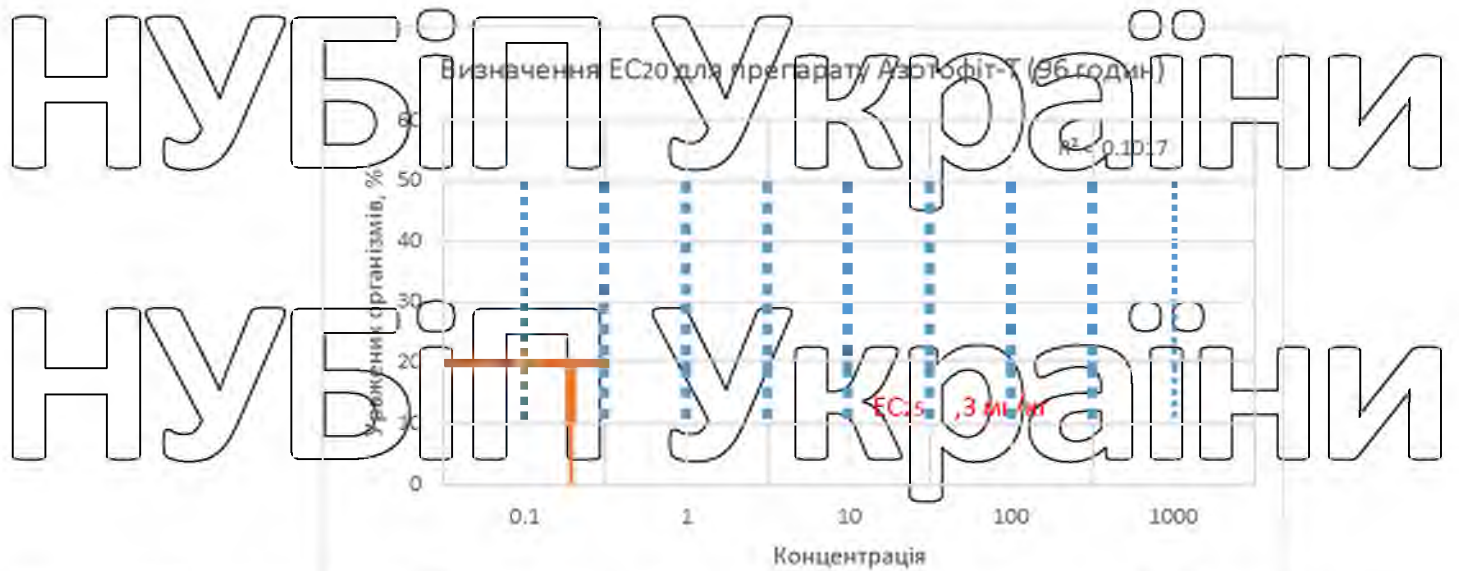


Рис. 3.24.2. Визначення EC<sub>50</sub> для препарату Азотифіт-Т за допомогою *Lemna minor* (експозиція 96 год.)

### 3.4.3 Оцінка препарату МікоХелп за реакцією *Lemna minor*

З результатами ходу експерименту з оцінки препарату МікоХелп за реакцією рослинних тест-об'єктів можна ознайомитись в табл. 3.14. В ній представлений масив даних по ходу виконання експерименту, співставлені з концентраціями та виведені середні значення по кількості уражених особин на кінець досліду.

Таблиця 3.14  
Вплив препарату МікоХелп на життєздатність *Daphnia magna* Straus

Повторність	Кількість особин на початок експерименту	Кількість уражених особин через 24 год.	Кількість уражених особин через 48 год.	Кількість уражених особин через 96 год.
	1	10	0	2
2	10	0	2	2
3	10	0	2	2

Концентрація 0,1 мг/л



НУБІП	10	У	України
2	10	3	3
3	10	1	3
середнє	10	2	2
3			3

НУБІП	10	У	України
1	10	3	5
2	10	0	1
2			2

Концентрація 1,0 мг/кг

НУБІП	10	У	України
3	10	2	3
середнє	10	2	4
3			3

Концентрація 10,0 мг/л

НУБІП	10	У	України
1	10	3	3
2	10	0	1
3	10	2	3
середнє		2	2
			3

НУБІП	10	У	України
1	10	2	3
2	10	2	2
2			2

Концентрація 100 мг/л

НУБІП	10	У	України
3	10	2	4
середнє		2	3
3			4

Концентрація 1000 мг/л

НУБІП	10	У	України
1	10	2	2
2	10	1	4
2			2

НУБІП України

На рис. 3.25 відображено залежність кількості вмісту досліджуваної речовини у воді до кількості уражених особин, і відповідно – до ефекту ураження. З рис. 3.25.1 ясно, що мінімальна / максимальна концентрації (0.1 мг/кг і 1000 мг/кг відповідно) проявляють найменш виражений токсичний ефект протягом 24 годин від початку дослід. Виявлено (див.рис. 3.25.2), що  $EC_{20}$  для препарату МікоХелп на даному проміжку часу (24 години) становить 0,9 мг/кг.

НУБІП України

### МІКОХЕЛП , 24 ГОДИНИ

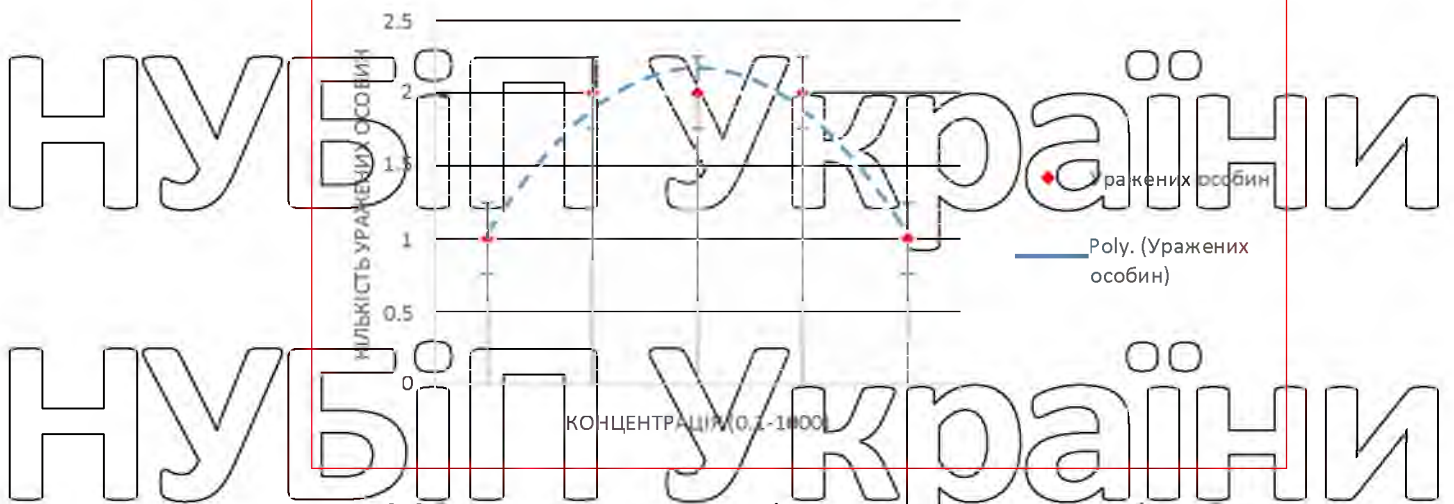


Рис. 3.25 Вплив препарату МікоХелп на життєздатність *Letna minor* (експозиція 24 год.)

НУБІП України

НУБІП України

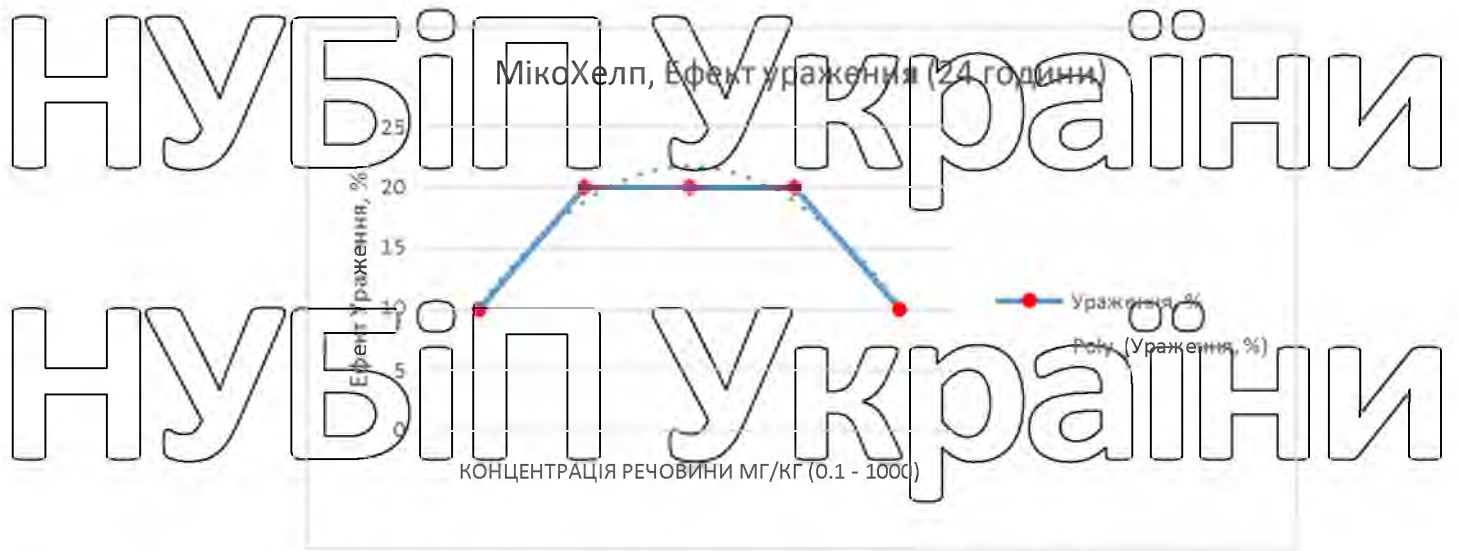


Рис. 3.25.1 Вплив препарату МікоХелп на ефект ураження *Lemna minor* (експозиція 24 год.)

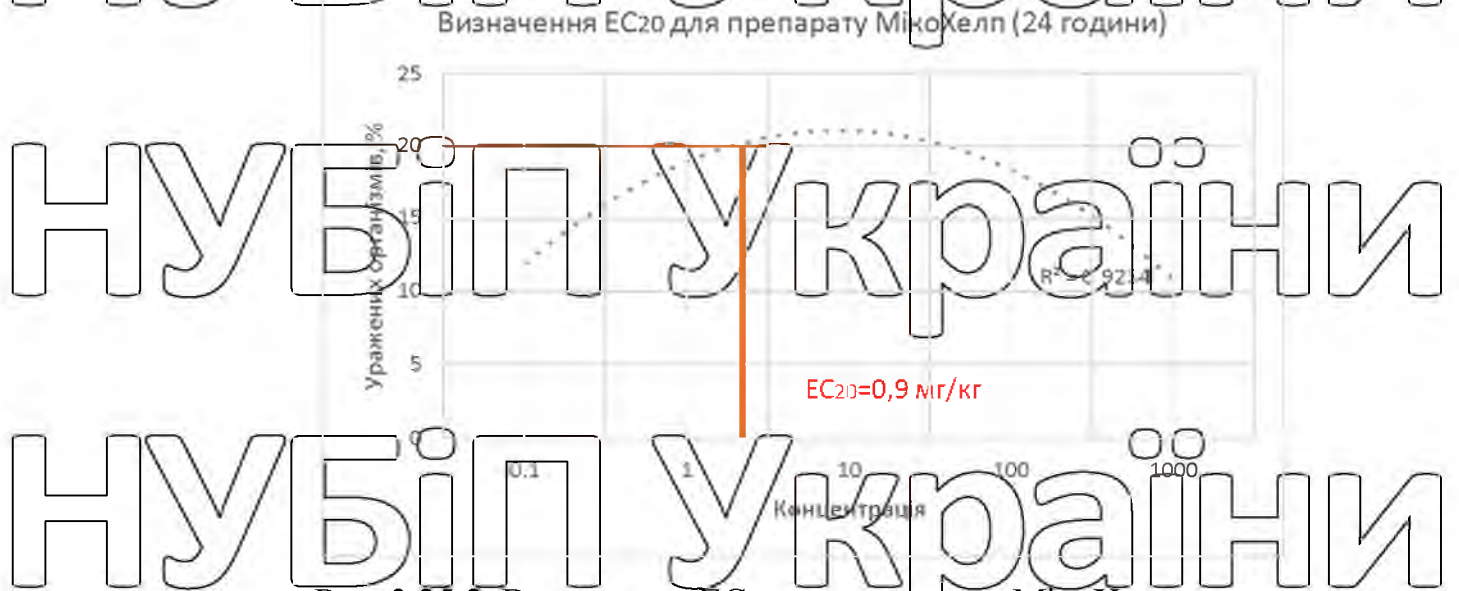


Рис. 3.25.2 Визначення EC<sub>20</sub> для препарату МікоХелп за допомогою *Lemna minor* (експозиція 24 год.)

Рис. 3.26 відображає залежність кількості вмісту досліджуваної речовини у воді до кількості уражених особин, і відповідно – до ефекту ураження. В свою чергу, рис. 3.26.1 вказує на загальне підвищення токсичного впливу ( в середньому на 10%), але концентрація 10 мг/кг не проявила збільшення токсичного впливу на 48 годин в порівнянні з результатами 24 годин з початку дослід. З рис. 3.26.2 видно, що EC<sub>20</sub> для препарату МікоХелп на даному проміжку часу (48 годин з початку дослід) становить 0,4 мг/кг, що



свідчить про підвищення токсичного ефекту більш ніж в 2 рази, в порівнянні з результатами попереднього дослідю.



Рис. 3.26 Вплив препарату МікоХелп на життєздатність *Lemna minor* (експозиція 48 год.)

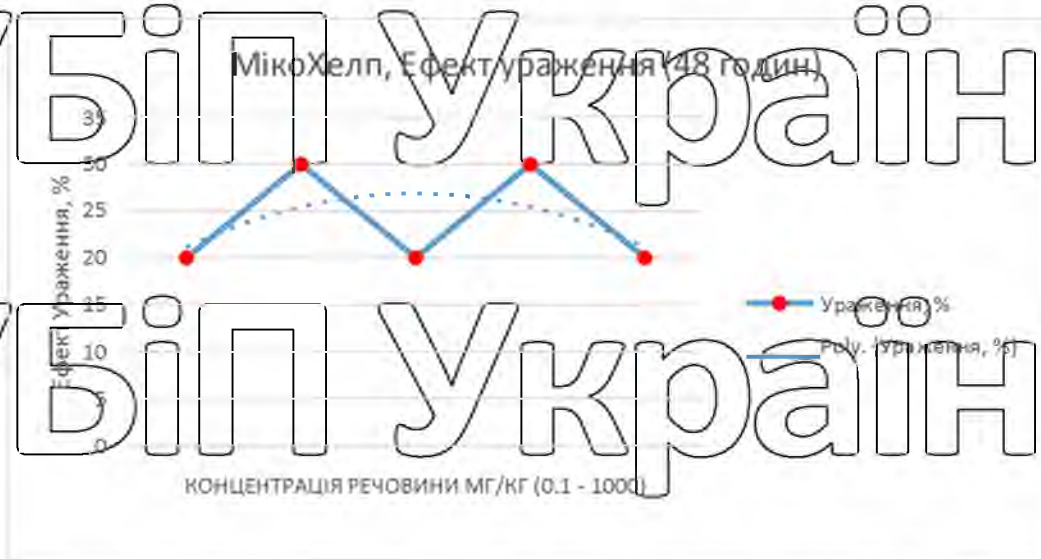


Рис. 3.26.1 Вплив препарату МікоХелп на ефект ураження *Lemna minor* (експозиція 48 год.)

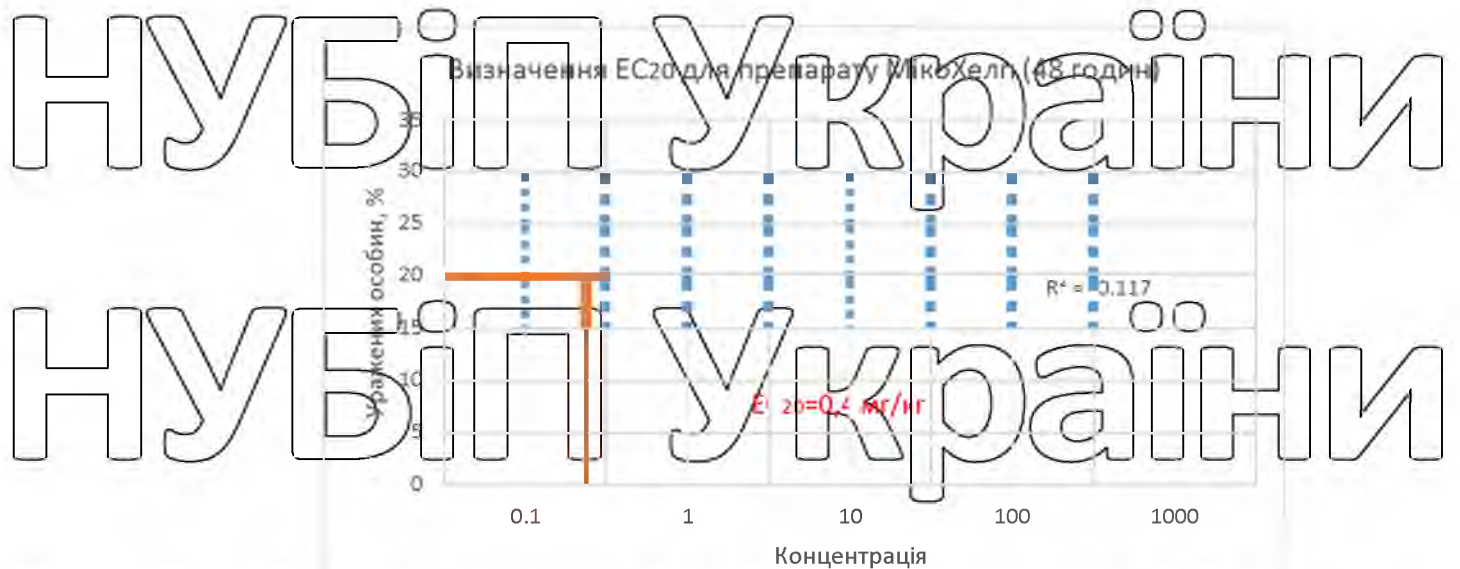


Рис. 3.26.2. Визначення EC<sub>20</sub> для препарату МікоХелп за допомогою *Leptna tigris* (експозиція 48 год.)

Рис. 3.27 відображає залежність кількості вмісту досліджуваної речовини у воді до кількості уражених особин, і відповідно – до ефекту ураження. Концентрація 10 мг/кг і надалі не проявляє токсичного впливу (це відповідає нормі внесення). Концентрації 0,1 мг/кг і 1000 мг/кг проявили слабку стимулюючу дію на короткий проміжок часу (див. рис. 3.27.1). На рис. 3.27.2 графічно відображено значення EC<sub>20</sub> для даного препарату, тим самим, це дає можливість з'ясувати рівень токсичного впливу препарату протягом 96 годин експерименту. Виявлено, що EC<sub>20</sub> для препарату МікоХелп на даному проміжку часу становить 0,3 мг/кг, що свідчить про незначне посилення токсичного ефекту.



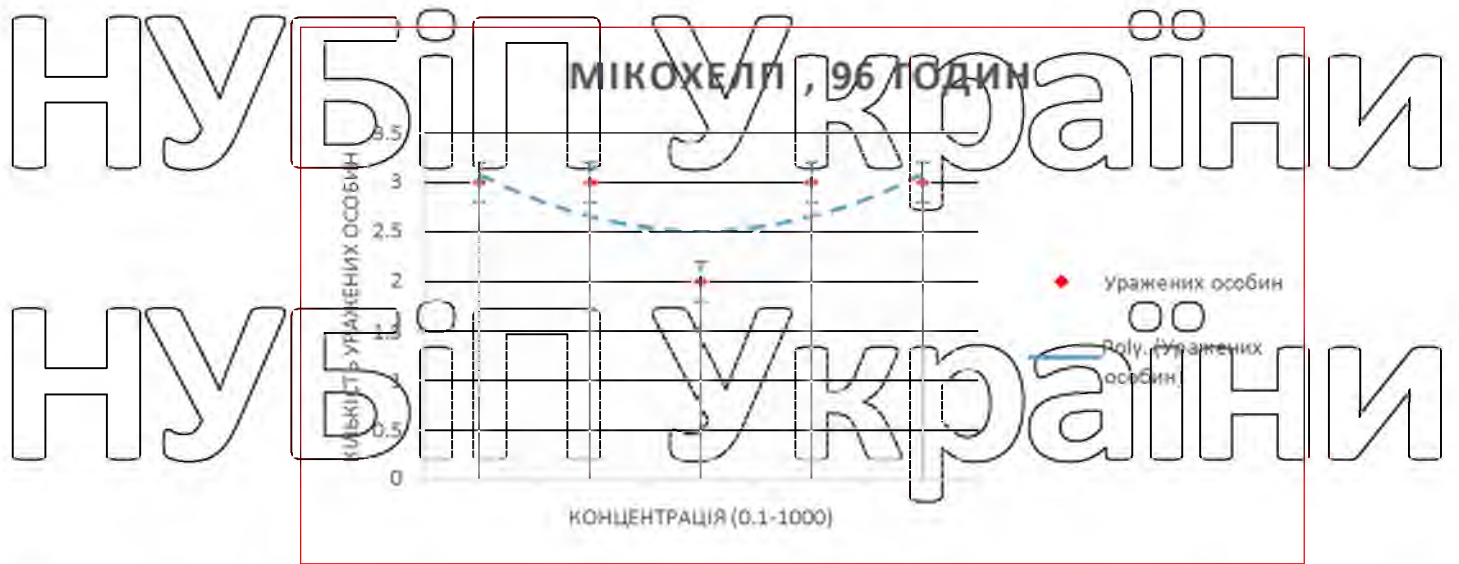


Рис. 3.27 Вплив препарату МікоХелп на життєздатність *Letna minor* (експозиція 96 год.)



Рис. 3.27.1 Вплив препарату МікоХелп на ефект ураження *Letna minor* (експозиція 48 год.)

НУБІП Українни

НУБІП Українни



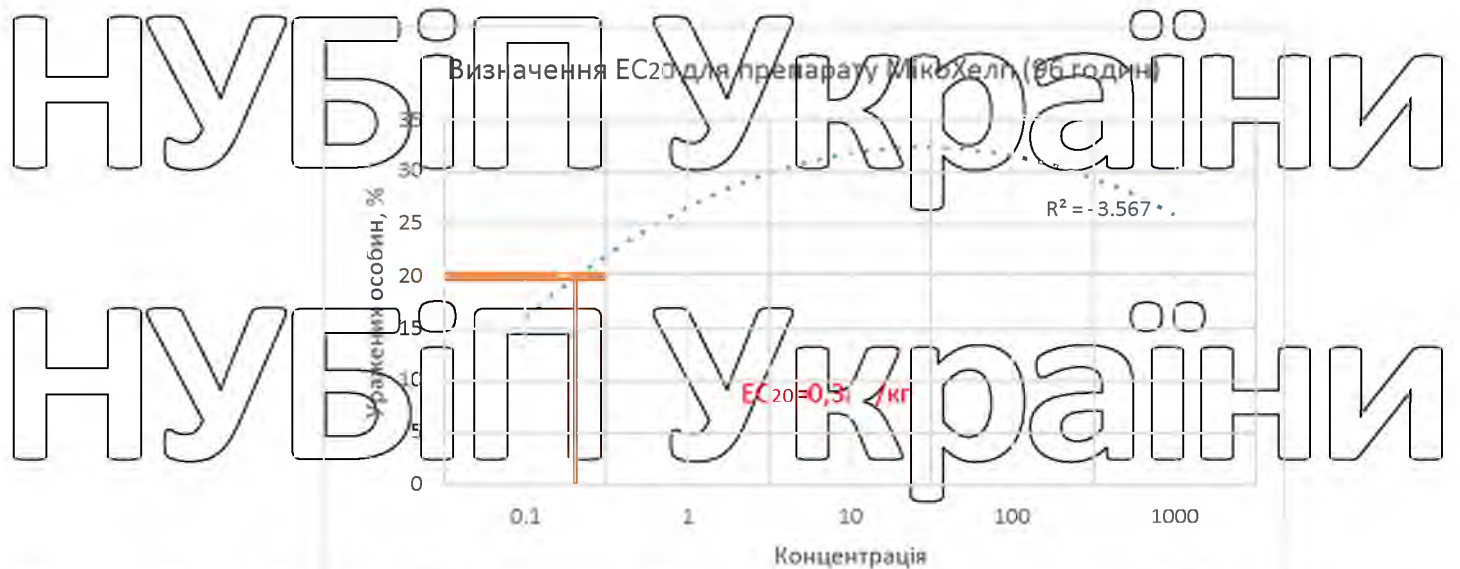


Рис. 3.27.2. Визначення  $EC_{20}$  для препарату МікоХелп за допомогою *Letna minor* (експозиція 96 год.)

У вигляді підсумку проведеного експерименту, можна сказати що в порівнянні впливу цих препаратів вигрешне положення займає препарат МікоХелп, за рахунок досить поступового зниження  $EC_{20}$  (від 0,9 мг/кг за 24 години проведення експерименту, до значення в 0,4 мг/кг при 48 годинах дослідю, і нарешті до 0,3 мг/кг на кінець дослідю). Хоча, слід відзначити, що ефективна концентрація в 0,9 мг/кг свідчить про досить високий токсичний вплив даного препарату на рослинний організм. Азотофіт в свою чергу, показав себе як досить нестабільний препарат за рахунок різкого зменшення показника  $EC_{20}$  за короткий проміжок часу (див. рис. 3.22.2 та 3.23.2) з показника в 100 мг/кг до 0,5 мг/кг. Також слід відзначити, що кінцевий результат  $EC_{20}$  в обох препаратах однаковий, і становить 0,3 мг/кг, що свідчить про однаковий токсичний ефект на відносно довгому проміжку часу.

### Загальний висновок до проведеної роботи:

**Ефект пригнічення N-мінералізації** з проведених експериментів можна зробити висновок, що  $EC_{25}$  для препарату Азотофіт-Т становить 2 мг/кг, а для препарату МікоХелп – 300 мг/кг. Тобто, токсичність препарату Азотофіт-Т на процеси мінералізації азоту в 150 разів вища, ніж препарату МікоХелп. Сам же ефект пригнічення спостерігався в обох препаратах за концентрації 100 мг/кг. Але при цьому, відсоток пригнічення мікроорганізмів ґрунту при внесенні препарату Азотофіт-Т становив 51.47%, а МікоХелпу – 22.2 %. Тобто, одна і та ж концентрація обох препаратів спричиняють різний токсичний вплив на ґрунтову біоту. **Більш токсичним препаратом для мікроорганізмів ґрунту, що беруть участь в процесах N-мінералізації є Азотофіт-Т.**

### Встановлення інгібіторної дії препаратів на ріст коренів рослин з

даного експерименту можна зробити наступний висновок: обидва препарати проявили досить високий стимулюючий ефект на збільшення довжини коренів до 219 % збільшення довжини коренів при застосуванні Азотофіту-Т, та до 121 % при застосуванні препарату МікоХелп. Слід відзначити, що піковий ефект стимуляції для препарату Азотофіт-Т був відмічений за концентрації 10 мг/кг, а токсичний ефект проявлявся аж до концентрації 1000 мг/кг. При цьому,  $EC_{25}$  для даного препарату становив 80 мг/кг. Саме за такої концентрації у 25 % досліджуваних рослин спостерігався прояв токсичного ефекту. Щодо препарату МікоХелп – піковий стимулюючий ефект припав на концентрацію 1 мг/кг, і сягав 121% відносно контролю. Після досягнення даної концентрації проявлявся інгібіторний ефект до концентрації 100 мг/кг. На даному проміжку концентрацій приріст довжини коренів екстремно зріс до 63.4 %. При цьому,  $EC_{25}$  для даного препарату становить 90 мг/кг. Тобто, можна сказати, що **препарат Азотофіт-Т більш небезпечний, ніж МікоХелп (так як  $EC_{25}$  для Азотофіту становить 80 мг/кг, а для МікоХелпу – 90 мг/кг).** Але різниця між показниками  $EC_{25}$  незначна, в порівнянні зі стимулюючим ефектом росту коренів у підслідних рослин. Звідси випливає, що хоч Азотофіт-Т більш



небезпечний, ніж МікоХелп, але в рекомендованих нормах внесення він не несе важкого токсичного ефекту, і проявляє дуже високий стимулюючий ефект.

**Визначення токсичного ефекту препаратів на проростання насіння салату в досліджуваній групі, слід відмітити досить високі показники  $EC_{25}$  в**

обох препаратів – 800 мг/кг у препараті Азотофіт-Т та 500 мг/кг для препарату МікоХелп. В даному випадку, **більшу токсичність для проростання насіння несе препарат МікоХелп, але концентрація 500 мг/кг не досить високе**

значення. Піковий ефект стимуляції у препараті Азотофіт-Т припадає на концентрацію 0,1 мг/кг, і становить 58,33% відносно контрольної групи. У

препараті МікоХелп піковий ефект стимуляції припадає на концентрацію 1 мг/кг, і складає 66,56% відносно контрольної групи насіння. В обох випадках концентрації 100 мг/кг проявили найбільший токсичний ефект в межах досліджуваних концентрацій. Але відносно контрольної групи, навіть ці

концентрації проявили стимулюючий ефект (25 % стимуляції проростання насіння відносно контролю у Азотофіту-Т та 33,3 % стимуляції проростання насіння відносно контролю при використанні препарату МікоХелп).

Щодо визначення рівня токсичності препаратів за допомогою

*Daphnia magna* Straus, можна сказати, що препарати Азотофіт-Т та МікоХелп досить сильно відрізняються за механізмом токсичного впливу. Початкові показники  $EC_{50}$  становили 8 мг/кг для Азотофіту-Т та 0,8 мг/кг для препарату

МікоХелп. Відразу хочеться відзначити різочу різницю між ефективними концентраціями цих препаратів – дані параметри відрізняються в 10 разів.

Отже, препарат МікоХелп в 10 разів токсичніший на малому відрізку часу, ніж Азотофіт-Т. Але далі тенденція змінюється, і показники  $EC_{50}$  після 48 годин експерименту зрівнюються, і становлять 0,4 мг/кг для обох препаратів.

Подальше проведення досліду показало, що препарат Азотофіт-Т стає більш

токсичний на відносно довгому проміжку часу, ніж МікоХелп. В цьому можна впевнитись, зрівнявши показники  $EC_{50}$  даних препаратів – 0,1 мг/кг для Азотофіту-Т та 0,2 мг/кг для МікоХелпу. Даному явищу є два пояснення – або



препарат Азотофіт-Г дійсно проявляє токсичний ефект з плином часу, або через досить високу температуру в дослідному приміщенні (на декілька градусів вища, ніж рекомендована для проведення досліду), БСК (біологічне споживання кисню) саме в розчинах цього препарату перевищили аналогічні значення в препараті МікоХелп.

**Визначення токсичного впливу досліджуваних препаратів за допомогою *Letna minor*.** Можна сказати що в порівнянні впливу цих препаратів **виграшне положення займає препарат МікоХелп**, за рахунок досить поступового зниження  $EC_{20}$  (від 0,9 мг/кг за 24 години проведення експерименту, до значення в 0,4 мг/кг при 48 годинах досліду, і нарешті до 0,3 мг/кг на кінець досліду). Хоча, **слід відзначити, що ефективна концентрація в 0,9 мг/кг свідчить про досить високий токсичний вплив даного препарату на рослинний організм.** Азотофіт-Г в свою чергу, показав себе як досить

**нестабільний препарат** за рахунок різкого зменшення показника  $EC_{20}$  за короткий проміжок часу з показника в 100 мг/кг до 0,5 мг/кг за 24 години досліду, і 48 годин відповідно. Також слід відзначити, що **кінцевий рівень  $EC_{20}$  в обох препаратах однаковий**, і становить 0,3 мг/кг, що свідчить про однаковий токсичний ефект на відносно довгому проміжку часу.

### **Рекомендації щодо застосування препаратів**

**Препарат Азотофіт-Г** показав себе досить агресивним препаратом по відношенню до ґрунтової біоти, що бере участь в процесах мінералізації азоту. **Не рекомендується перевищувати норми внесення** безпосередньо в ґрунт у формі водного розчину або в сухому вигляді. **Вплив препарату на ріст коренів рослин** – даний препарат представляє собою стимулятор росту для рослин, тому такі високі показники приросту довжини кореня відносно контролю цілком очікувані. Слід відзначити, що токсичний ефект проявляється лише при перевищенні норм внесення, хоча препарат все ж проявляє стимулюючий ефект відносно контрольної групи. Перевищення рекомендованих норм внесення не рекомендується, так як максимальний

стимулюючий ефект досягається при низьких концентраціях. **Вплив на проростання насіння** – даний препарат проявив досить високий стимулюючий ефект відносно контролю на всіх концентраціях, але **перевищення**

**рекомендованих норм внесення недопустиме** через пригнічення ґрунтової біоти і в подальшому, негативний вплив для росту коренів. **В цілому**, препарат проявляє низьку токсичність при внесенні в рекомендованих діапазонах як для мікроорганізмів ґрунту, що беруть участь в процесах мінералізації азоту, так і для росту і розвитку самих рослин.

**Щодо впливу на водну екосистему** – знову ж таки, при внесенні препарату **в межах рекомендованих норм**, даний препарат **не проявляє високої токсичності**, але при **перевищенні норм внесення** – відбувається **збільшення токсичного впливу** для тваринних водних організмів на довгому

проміжку часу, а для рослинних організмів – проявляє досить значну токсичність на короткому проміжку часу. Тобто, використання препарату в межах рекомендованих норм внесення не несе значної шкоди для агроекосистеми та водних об'єктів, але навіть невелике перевищення норми несе досить значний вплив на водні організми. Тому, **використання препарату**

**не рекомендоване на ділянках з крутизною схилу більше 3 градусів**, за умови перевищення норми внесення.

**Препарат МікоХелп** є досить **безпечним** для **ґрунтових мікроорганізмів**, що беруть участь в процесах мінералізації азоту. Навіть перевищення норми внесення в декілька разів не несуть значного токсичного впливу на ґрунтову мікробіоту. Стимулюючий ефект на ріст коренів можна пояснити пригніченням патогенної біоти в ґрунті, при цьому, ефект стимуляції набагато нижчий, ніж при застосуванні попереднього препарату. В даному

випадку, інгібіторний ефект проявляється також менше. В цілому, для росту і розвитку рослин даний препарат не проявляє гострого токсичного ефекту, тому застосування препарату МікоХелп навіть з перевищенням рекомендованих норм внесення не несе відчутного токсичного ефекту, і є **відносно безпечним**

НУБІП України

для ґрунтового середовища, але перевищення норм внесення не рекомендоване.

По відношенню до водних організмів препарат зарекомендував себе як

відносно безпечний. Але це твердження працює лише у випадку, коли немає

НУБІП України

перевищення рекомендованих норм внесення. Тобто, можна сказати, що даний препарат можна використовувати біля водних об'єктів, крутизна схилу не має перевищувати 3 градуси. При перевищенні крутизни схилу, препарат треба

використовувати обмежено, і при чіткому дотриманні рекомендованих норм

внесення.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Закон України “Про Пестициди та Агрохімікати”, стаття 3 із змінами, внесеними згідно із Законами № 2189-VI від 13.05.2010, № 124-IX від 20.09.2019 Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/86/95-%D0%B2%D1%80#Text>
2. Закон України “Про Пестициди та Агрохімікати”, стаття 4 із змінами, внесеними згідно із Законом № 124-IX від 20.09.2019 Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/86/95-%D0%B2%D1%80#Text>
3. Закон України “Про Пестициди та Агрохімікати”, стаття 5 Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/86/95-%D0%B2%D1%80#Text>
4. Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України “Про затвердження Порядку уповноваження науково-дослідних установ, підприємств та організацій на проведення державних випробувань пестицидів та агрохімікатів” № 392 від 28.01.2020 Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0148-21#Text>
5. Постанова Кабінету Міністрів України від 04.03.1996 №295 “Про затвердження порядку проведення державних випробувань, державної реєстрації та перереєстрації, видання переліку пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні” Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/295-96-%D0%BF#Text>
6. Закон України “Про Пестициди та Агрохімікати”, стаття 7 із змінами, внесеними згідно із Законами № 5456-VI від 16.10.2012, № 191-VIII від 12.02.2015 Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/86/95-%D0%B2%D1%80#Text>
7. Агроекологія: теорія та практикум / Писаренко В.М., Писаренко П.В. та ін.; Під заг. ред. В.М Писаренка. – Поділля: ІнтерГрафіка, 2003. – 318 с. Режим доступу:



[http://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/14771/Lagutenko\\_Laboratorhvi%20praktykum\\_2012.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/14771/Lagutenko_Laboratorhvi%20praktykum_2012.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

8. Агроэкология / В.А.Черников, Р.М.Алексахин, А.В.Голубев и др.; Под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. – М.: Колос, 2000. – 536 с. Режим

доступу: [http://www.onsho.ru/Vexhib/Vermi/0\\_10381.pdf](http://www.onsho.ru/Vexhib/Vermi/0_10381.pdf)

9. Агроэкология. Методология, технология, экономика / В.А.Черников, И.Г.Грингоф, В.Т.Емцев и др.; Под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. – М.: Колос, 2004. – 400 с. Режим доступу:

[http://webirbis.spsl.nsc.ru/irbis64r\\_01/cgi/cgiirbis\\_64.exe?Z21ID=&I21DBN=CAT\\_PRINT&P21DBN=CAT&S21STN=1&S21REF=&S21FMT=fullw\\_print&C21COM=S&S21CNR=&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=S=&S21STR=%D0%90%D0%B3%D1%80%D0%BE%D1%8D%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F](http://webirbis.spsl.nsc.ru/irbis64r_01/cgi/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=CAT_PRINT&P21DBN=CAT&S21STN=1&S21REF=&S21FMT=fullw_print&C21COM=S&S21CNR=&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=S=&S21STR=%D0%90%D0%B3%D1%80%D0%BE%D1%8D%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F)

10. Біологічне рослинництво: Навчальний посібник / Ред. О.Сінченко. – К.: Вища школа, 1996. – 239с. Режим доступу:

<http://www.lib.udau.edu.ua/bitstream/123456789/620/1/%D0%97%D1%96%D0%BD%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%9E.%D0%86.%20%D0%A1%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%92.%D0%9D.%20%D0%91%D1%96%D0%BE%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B6%D0%BA%D0%BE%20%D0%9C.%D0%90.%20%D0%A0%D0%BE%D1%81%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%82%D0%B2%D0%BE.pdf>

11. Гаврилов А.М. Введение в агрономию. – М.: Колос, 1980. – 192 с. Режим доступу: [http://lib.omgau.ru/cgi-bin/irbis64r\\_12/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&Z21ID=&I21DBN=KNIGI&P21DBN=KNIGI&S21STN=1&S21REF=5&S21FMT=fullweb&C21COM=S&S21CNR=10&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=S=&S21STR=%D0%90%D0%93%D0%A0%D0%9E%D0%9D%D0%9E%D0%9C%D0%98%D0%AF](http://lib.omgau.ru/cgi-bin/irbis64r_12/cgiirbis_64.exe?LNG=&Z21ID=&I21DBN=KNIGI&P21DBN=KNIGI&S21STN=1&S21REF=5&S21FMT=fullweb&C21COM=S&S21CNR=10&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=S=&S21STR=%D0%90%D0%93%D0%A0%D0%9E%D0%9D%D0%9E%D0%9C%D0%98%D0%AF)



12. Грабак Н.Х. Шляхи покращення еколого-економічної та енергетичної ефективності ведення землеробства засобами обробки ґрунту // Наукові праці. Наук-метод. журн. – Миколаїв: МДІ У ім П.Могили. – 2004. – Т.

30, Вип.17. – С. 198-202. Режим доступу:

<http://ecology.chdu.edu.ua/article/view/63785>

13. Ґрунтозахисна біологічна система землеробства в Україні / За заг ред проф. М.К. Шикуди. – Оранта, 2000. – 390 с. Режим доступу:

<https://zemlerobstvo.com/wp-content/uploads/2020/12/zemlerobstvo-1-96-2019.pdf>

14. Гуцуляк В.М. Ландшафтознавство: теорія та практика. Чернівці:

Видавництво «Книги – XXI», 2008. – 168 с. Режим доступу:

<https://www.twirpx.com/file/295037/>

15. Екологічні проблеми землеробства. Підручник / За ред. В.П.Гудзь. –

Житомир: Вид-во «Житомирський національний агроекологічний університет», 2010. – 708 с. Режим доступу:

[http://ir.znau.edu.ua/bitstream/123456789/4024/1/EPZ\\_2010\\_62-75.pdf](http://ir.znau.edu.ua/bitstream/123456789/4024/1/EPZ_2010_62-75.pdf)

16. Минимальная обработка черноземов и воспроизводство их плодородия /

Н.К.Шикуда, Г.В.Назаренко. – М.: Агропромиздат, 1990. – 320 с. Режим

доступу: [https://www.studmed.ru/shikulanik-nazarenko-sv-minimalnaya-obrabotka-chernozemov-i-vozproizvodstvo-ih-plodorodiya\\_25b56b6f914.html](https://www.studmed.ru/shikulanik-nazarenko-sv-minimalnaya-obrabotka-chernozemov-i-vozproizvodstvo-ih-plodorodiya_25b56b6f914.html)

17. Носко Б.С. Шляхи підвищення родючості ґрунтів у сучасних умовах

сільськогосподарського виробництва. – К.: Аграрна наука, 1999. – 109 с.

Режим доступу: [http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-](http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=REF&P21DBN=REF&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=fullweb&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=A=&S21COLORTERMS=1&S21STR=%D0%9D%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%20%D0%91S)

[bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?Z21ID=&I21DBN=REF&P21DBN=REF&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=fullweb&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=A=&S21COLORTERMS=1&S21STR=%D0%9D%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%20%D0%91S](http://irbis-nbuv.gov.ua/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=REF&P21DBN=REF&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=fullweb&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=A=&S21COLORTERMS=1&S21STR=%D0%9D%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%20%D0%91S)

18. Охрана ґрунтів: Підручник / М.К.Шикуда, О.Ф.Гнатенко,

Л.Р.Петренко, М.В.Капштик. – 2-ге вид., випр. – К.: Т-во «Знання», КОО,



2004. – 398 с. Режим доступу: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?Z21ID=&I21DBN=EC&P21DBN=EC&S21\\$TN=1&S21REF=10&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=I&S21COLORTERMS=1&S21STR=%D0%92%D0%90%60%58%55\\$](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=EC&P21DBN=EC&S21$TN=1&S21REF=10&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=I&S21COLORTERMS=1&S21STR=%D0%92%D0%90%60%58%55$)

19. Перспективи використання, збереження та відтворення агробіорізноманіття в Україні. Навч. пос. / Відп. ред. В. П. Пагіка.

В. А. Соломаха. – К.: Хімджест, 2003. – 256 с. Режим доступу:

[http://www.e-catalog.name/x/x7LNG=&Z21ID=&I21DBN=HGAU\\_PRINT&P21DBN=HGAU&S21\\$TN=1&S21REF=&S21FMT=FULLW\\_print&C21COM=S&S21CNR=500&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=S=&S21STR=%D0%9D%D0%B0%D0%B2%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%88%D0%BD%D1%94%20%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%89%D0%B5.%20%D0%97%D0%B0%D1%85%D0%B8%D1%81%D1%82](http://www.e-catalog.name/x/x7LNG=&Z21ID=&I21DBN=HGAU_PRINT&P21DBN=HGAU&S21$TN=1&S21REF=&S21FMT=FULLW_print&C21COM=S&S21CNR=500&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=S=&S21STR=%D0%9D%D0%B0%D0%B2%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%88%D0%BD%D1%94%20%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%89%D0%B5.%20%D0%97%D0%B0%D1%85%D0%B8%D1%81%D1%82)

20. Інтернет-джерело “The Inter-Organization Programme for the Sound

Management of Chemicals: Cooperation and coordination towards SAICM’s 2020 goal” Режим доступу:

[https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/presentation\\_iomc.pdf](https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/presentation_iomc.pdf)

21. Scholz S, Sela E, Blaha L, Braunbeck T, et al. A European perspective on alternatives to animal testing for environmental hazard identification and risk assessment. Regulat Toxicol Pharmacol 67(3): 506-530, 2013. Режим

доступу: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24161465/>

22. EPA. Eco Update, Using Toxicity Tests in Ecological Risk Assessment.

Intermittent Bulletin 2, 1994 Режим доступу:

<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/40001GWT.txf?ZyActionD=ZyDocument>



<http://www.epa.gov/epaosopr/oc/toc/1991%20Thru%201994&Docs=&Query=&Time=&EndTime=&SearchMethod=1&TocRestriction=&Toc=&TocEntry=&OField=&OFieldYear=&OFieldMonth=&OFieldDay=&UseOField=&IntOFieldOp=0&ExtOFieldOp=0&XmlQuery=&File=D%3A%5CZYFILES%5CINDEX%20DATA%5C91THRU194%5CTXT%5C00000020%5C40001GWT.txt&User=ANONYMOUS&Password=anonymous&SortMethod=h%7C-&MaximumDocuments=1&FuzzyDegree=0&ImageQuality=r75g8/r75g8/y150/y150g16/i425&Display=hpfr&DefSeekPage=x&SearchBack=ZyActionL&Back=ZyActionS&BackDesc=Results%20page&MaximumPages=1&ZyEntry=3&slide>

23. European Environment Agency and United Nations Environment Programme. Chemicals in the European Environment: Low Doses, High Stakes? EEA publication, Copenhagen, 1998. Режим доступу:

[https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8723/Chemicals\\_in\\_the\\_European\\_Environment.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8723/Chemicals_in_the_European_Environment.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

24. Whelan M. The European Union Reference Laboratory for Alternatives to Animal Testing, Institute of Health and Consumer Protection, DG Joint

Research Centre (Ispra, Milan), Head of Systems Toxicology Unit and EUR ECVAM (European Union Reference Laboratory for Alternatives to Animal Testing), AIMBE/NIH Workshop, March, 2014. Режим доступу:

[https://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=ENV/JM/MONO\(2018\)19&doclanguage=en](https://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=ENV/JM/MONO(2018)19&doclanguage=en)

25. Hoeven NVd. How to measure no effect. Part III: statistical aspects of NOEC, ECx and NEC estimates. *Environmetrics*. 1997;8:255-61. Режим доступу:

[https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/\(SICI\)1099-095X\(199705\)8:3%3C255::AID-ENV246%3E3.0.CO;2-P](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/(SICI)1099-095X(199705)8:3%3C255::AID-ENV246%3E3.0.CO;2-P)

26. Kodjiman SALM, Bedaux JIM, Sicb W. No-effect concentrations as a basis for ecological risk assessment. *Risk Analysis*. 1996;16(4):445-7. Режим



доступу: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1539-6924.1996.tb01091.x?sid=nlm%3Apubmed>

27. Urban DJ, Cook NJ. Ecological risk assessment. Standard evaluation procedure of the Hazard Evaluation Division. Washington D.C.: Office of Pesticide Programs, Environment Protection Agency, 1986. Режим доступу: <https://www.epa.gov/work/HO/157941.pdf>

28. Lee-Steere C. Environmental Risk Assessment Guidance Manual for Agricultural and Veterinary Chemicals. Australian Environment Agency Pty

Ltd, 2009. Режим доступу:

<http://www.nepc.gov.au/system/files/resources/bffdc9e9-7004-4de9-b94f-b758140dbc8c/files/cmgt-richem-eram-agricultural-and-veterinary-chemicals-200902.pdf>

29. Suter-II GW, editor. Ecological Risk Assessment. Chelsea, MI: Lewis Publishers, 1993. Режим доступу:

[https://rais.ornl.gov/documents/st5\\_glos.pdf](https://rais.ornl.gov/documents/st5_glos.pdf)

30. Guidelines for testing of chemicals - *Daphnia* sp., Part I: Acute

Immobilisation Test, 202. Sect. 2. Effects on Biotic Systems (1984). Режим

доступу: <https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-assessment/1948249.pdf>

31. OECD Guidelines for testing of chemicals - *Daphnia magna* Reproduction

Test, 211 (1998). Режим доступу: [https://read.oecd-](https://read.oecd-ilibrary.org/environment/test-no-211-daphnia-magna-reproduction-test_9789164185203-en)

[ilibrary.org/environment/test-no-211-daphnia-magna-reproduction-test\\_9789164185203-en](https://read.oecd-ilibrary.org/environment/test-no-211-daphnia-magna-reproduction-test_9789164185203-en)

32. Escher BI, Ashauer R, Dyer S, Hermens JLM, Lee J-H, Leslie HA, et al.

Crucial role of mechanisms and modes of toxic action for understanding tissue residue toxicity and internal effect concentrations of organic chemicals.

Integrated Environmental Assessment and Management, 2011, 7(1):28-49.

Режим доступу: <https://setac.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ieam.100>



33. Meent Dvd, Hollander A, Reijnenburg W, Breure T. Fate and transport of contaminants. In: Sánchez-Bayo F, Van den Brink PJ, Mann R, editors. Ecological Impacts of Toxic Chemicals. Online: Bentham Science Publishers; 2011. p. 13-42. Режим доступу: <https://www.semanticscholar.org/paper/Fate-and-Transport-of-Contaminants-Meent-Hollander/44711868108fad36b4c5ca070dc15477de1bc952>

34. Solomon K, Giesy J, Jones P. Probabilistic risk assessment of agrochemicals in the environment. Crop Protection. 2000;19(8-10):649-55. Режим доступу: <https://www.semanticscholar.org/paper/Probabilistic-risk-assessment-of-agrochemicals-in-Solomon-Giesy/118365b5d7770bc1fd05a9bb9c6123ffde9415ce>

35. Aldenberg T, Jaworska JS. Uncertainty of the hazardous concentration and fraction affected for normal species sensitivity distributions. Ecotoxicology and Environmental Safety. 2000;46(1):7-18. Режим доступу: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10803987/>

36. Екологічний контроль забруднення ґрунту хімічними речовинами за показником мінералізації азоту (ISO 14238:1997, IDT) Режим доступу: <https://www.sis.se/api/document/preview/915060/>

37. ДСТУ ISO 11269-1:2004 Якість ґрунту. Визначення дії забрудників на флору ґрунту. Частина 1. Метод визначення інгібіторної дії на ріст коренів (ISO 11269-1:1993, IDT) Режим доступу: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=72106](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=72106)

38. ДСТУ ISO 17126:2007 Якість ґрунту. Визначення впливу забрудників на флору ґрунту. Спостережний дослід на проростання насіння салату (*Lactuca sativa* L.) (ISO 17126:2005, IDT) Режим доступу: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=59563](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=59563)



39. ДСТУ 4173:2003 Якість води. Визначення гострої летальної токсичності на *Daphnia magna* Straus та *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) (ISO 6341:1996, MOD) Режим доступу:

[http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=72858](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=72858)

40. ISO 20079:2005 Тест на пригнічення росту Lemna minor Режим доступу:

<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:20079:ed-1:vi:en>

41. Куценко С.А. Основы токсикологии [Текст] / Учебное пособие. СПб(б):

Фолиант, 2004. – 720 с. Режим доступу: <https://www.twirpx.com/file/90706/>

42. Каплин В.Г. Основы экотоксикологии [Текст] / Учебник. М.: Колос,

2007. – 232 с. Режим доступу: [https://www.studmed.ru/kaplin-vg-osnovy-](https://www.studmed.ru/kaplin-vg-osnovy-ekotoksikologii-uchebnoe-posobie-dlya-vuzov_11b1412dcb9.html)

[ekotoksikologii-uchebnoe-posobie-dlya-vuzov\\_11b1412dcb9.html](https://www.studmed.ru/kaplin-vg-osnovy-ekotoksikologii-uchebnoe-posobie-dlya-vuzov_11b1412dcb9.html)

43. Саноцкий И.В. Методы определения токсичности и опасности

химических веществ [Текст] / М. 1970. – 343 с. Режим доступу:

[https://kingmed.info/knigi/Toksikologia/book\\_1154/Metodi\\_opredeleniya\\_toksichnosti\\_i\\_opasnosti\\_himicheskikh\\_veshchestv-Sanotskiy\\_IV-1970-djvu](https://kingmed.info/knigi/Toksikologia/book_1154/Metodi_opredeleniya_toksichnosti_i_opasnosti_himicheskikh_veshchestv-Sanotskiy_IV-1970-djvu)

44. Бугір М. К. Посібник з теорії ймовірності та математичної статистики /

М. К. Бугір; МОН України. – Тернопіль; Підручники і посібники, 1998. –

176 с. Режим доступу: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?P21DBN=EC&P21DBN=EC_PRINT&S21FM)

[bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?P21DBN=EC&P21DBN=EC\\_PRINT&S21FM](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?P21DBN=EC&P21DBN=EC_PRINT&S21FM)

[T=fullw\\_print&C21COM=F&Z21MFN=199117](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?P21DBN=EC&P21DBN=EC_PRINT&S21FM)

45. Бобик О. С. Теорія ймовірностей та математична статистика: Навч.

підручник / О. І. Бобик, Г. І. Березова, Б. І. Копитко. 2006. – 440 с. Режим

доступу:

<http://prima.lnu.edu.ua/faculty/mechmat/Departments/HighMath/literatura/II>

[MS.pdf](http://prima.lnu.edu.ua/faculty/mechmat/Departments/HighMath/literatura/II)

46. Руденко В. М. Математична статистика: Навчальний посібник / В. М.

Руденко. – К.: Центр учбової літератури, 2012. – 304 с. Режим доступу:

[https://shron1.cerivo.org.ua/Rudenko\\_Volodymyr/Matematychna\\_statystyka.pdf](https://shron1.cerivo.org.ua/Rudenko_Volodymyr/Matematychna_statystyka.pdf)  
НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України