

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять з навчальної дисципліни

«МОДЕЛЮВАННЯ АНТРОПОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ  
ГРУНТІВ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ»

за темою « Оцінка і прогноз забруднення ґрунтів агрохімічними засобами»

для магістрів денної та заочної форм навчання

спеціальності 101 «Екологія»,

спеціальності 103 «Науки про Землю»

Одеса 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять з навчальної дисципліни

«МОДЕЛЮВАННЯ АНТРОПОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ  
ГРУНТІВ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ»

за темою « Оцінка і прогноз забруднення ґрунтів агрохімічними засобами»

для магістрів денної та заочної форм навчання

спеціальності 101 «Екологія»,

спеціальності 103 «Науки про Землю»

Затверджено  
на засіданні групи  
забезпечення спеціальності 101 «Екологія»  
Протокол № 8  
від « 19 » 05 2022р.

Затверджено  
на засіданні групи  
забезпечення спеціальності 103 «Науки про Землю»  
Протокол № 10  
від « 17 » червня 2022р.

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Моделювання антропогенного забруднення ґрунтів та методи контролю» за темою «Оцінка і прогноз забруднення ґрунтів агрохімічними засобами» для магістрів денної та заочної форм, 1-го та 2-го року навчання за спеціальностями:

101 «Екологія»; 103 «Науки про Землю» // Жигайло О.Л. канд. геогр. наук, доц., Колосовська В.В. канд. геогр. наук, ас. Одеса, ОДЕКУ, 2022 р., 28 с.

## ЗМІСТ

Передмова		5	
1	Оцінка небезпеки забруднення орних ґрунтів пестицидами	6	
	1.1	Загальні теоретичні відомості	6
<i>Запитання для самоперевірки</i>		10	
	1.2	Практична частина	10
2	Прогноз забруднення ґрунтів агрохімічними засобами	13	
	2.1	Загальні теоретичні відомості	13
<i>Запитання для самоперевірки</i>		15	
	2.2	Практична частина	16
Література		19	
Додатки		20	

## ПЕРЕДМОВА

Мета викладання дисципліни «Моделювання антропогенного забруднення ґрунтів та методи контролю» полягає у вивченні різнопланових методів досліджень системи «вода – ґрунт – рослина – продукт». Головним завданням даної дисципліни являється вивчення закономірностей забруднення ґрунтово-рослинного покриву найбільш небезпечними поліювантами: ядохімікатами, важкими металами та радіонуклідами, надання рекомендацій по запобіганню критичних ситуацій в сфері агропромислового комплексу.

Дана методична робота присвячена методам розрахунку забруднення орних земель агрохімічними засобами: мінеральними добривами та пестицидами.

Після виконання практичних робіт здобувачі повинні знати:

- теоретичні основи методів розрахунку;
- методику виконання розрахунків .

Після виконання практичних робіт здобувачі повинні вміти:

- виконувати розрахунки;
- аналізувати отримані результати.

Мета даних методичних вказівок – допомогти здобувачам при виконанні практичної роботи за темою «Оцінка і прогноз забруднення ґрунтів агрохімічними засобами»

Методика практичних робіт полягає в проведенні розрахунків, умінні оцінювати та прогнозувати забруднення ґрунтів агрохімічними засобами, створювати аналіз і надавати рекомендації, у повноті відповідей на запитання.

# 1. ОЦІНКА НЕБЕЗПЕКИ ЗАБРУДНЕННЯ ОРНИХ ҐРУНТІВ ПЕСТИЦИДАМИ

## 1.1 Загальні теоретичні відомості

Сучасні пестициди - це хлорорганічні пестициди (галоїдопохідні поліциклічних та ароматичних вуглеводнів, вуглеводнів аліфатичного ряду); фосфорорганічні (складні ефіри фосфорних кислот, похідні карбамінової, тіо- та дитіокарбамінової кислот) та азотовмісні пестициди (похідні сечовини, гуанідину, фенолу). Пестициди поділяються на інсектициди, призначені для знищення шкідливих комах; фунгіциди, що служать для боротьби з фітопатогенними грибками; гербіциди, що дозволяють знищувати бур'яни; родентициди, які вживаються проти гризунів; нематоциди, токсичні для хробаків із класу нематод.

Пестициди класифікують за складом та хімічними властивостями, здатністю до біонакопичення, стійкістю до розкладання, токсичністю. Сучасна шкала екотоксикологічної оцінки пестицидів включає критерії:

1. токсиколого-гігієнічні (оцінка за нормативами, вплив на органолептичні властивості, леткість, токсичність для тварин і людини, здатність до кумуляції в їхньому організмі);
2. еколого-агрохімічні (персистентність у ґрунті, міграція по ґрунтовому профілю, транслокація в рослини, фітотоксична дія через ґрунт, реакція на дію інсоляції);
3. екотоксикологічні (коефіцієнт вибірковості дії).

З екологічного погляду є різні форми впливу пестицидів. Демоекологічна категорія форм впливу виражається сукупністю порушуючих впливів на рівні популяцій окремих видів, чутливих до будь-якої фітосанітарної речовини. Вона проявляється у вимиранні певної частини особин. Біоценотична пов'язана із зменшенням чисельності популяції внаслідок знищення пестицидами тих рослин чи тварин, які служать їм їжею. Екологічні наслідки можуть виявлятися також у зростанні чисельності тієї чи іншої популяції за рахунок зникнення конкуруючого виду, що має аналогічні вимоги до харчових ресурсів.

Пестициди дуже токсичні, що викликає низку проблем у галузі суспільної гігієни. Забруднення пестицидами рослинної та тваринної продукції (овочів, фруктів, молока, олії, м'яса) призвело до того, що довелося встановити максимальний поріг концентрації речовини, допустимий у продуктах харчування. Усі рівні, встановлені ВООЗ, нижчі за 1 млн<sup>1</sup>.

Основна причина накопичення залишкових кількостей пестицидів у продуктах – порушення правил та регламентів використання препаратів. Приблизно 70% сполук, що застосовуються, потрапляє в організм людини з м'ясом, молоком, яйцями і 30% - з рослинною їжею. Рослини за ступенем накопичення залишкових кількостей хлорорганічних пестицидів у продуктивних органах розташовуються в ряд: морква > петрушка > картопля > буряк > багаторічні трави > томат > кукурудза > капуста білокачанна. При розпаді пестицидів у рослинах можуть утворюватися метаболіти, що вступають у реакції нітрузування.

Хлорорганічні препарати діоксинового синтезу, що знаходяться в ґрунті, можуть потрапляти до ланцюгів живлення людини та тварин. Особливо небезпечні для людини тетразаміщені діоксини-2,3,7,8-ТХДД (тетрахлордібензо-п-діоксин), що входять до складу пестицидів комплексної дії. Період напіврозпаду діоксинів у ґрунті – 10 років, у воді –1-2 роки. Діоксини - отрути безпорогової дії, тому вони не повинні утримуватися в продуктах харчування, питній воді, повітрі.

Для екологічної оцінки пестицидів використовується ВДК<sub>П</sub> – тимчасова допустима концентрація пестициду у продуктах харчування (мг/кг), що визначається за формулою:

$$\text{ВДК}_P = 1,3\text{ЛД}_{50} + 0,76, \quad (1.1)$$

де ЛД<sub>50</sub> - летальна доза пестициду (мг/кг), що викликає при введенні в організм загибель 50% особин. ВДК<sub>П</sub> встановлюють на основі експериментальних даних про токсичність і характер дії пестициду на організм. Ці дані отримують, вводячи пестицид, що вивчається в організм (білих мишей, щурів) шляхом вдихання, введення в шлунок, нанесення на шкіру.

У польових умовах відбір зразків ґрунту, води, рослинної сировини на вміст пестицидів повинні здійснюватися відповідно до вимог керівництва (Методичні вказівки з визначення мікрокількостей пестицидів у харчових продуктах, кормах та навколишньому середовищі, 2005), а їх аналіз на вміст залишкових кількостей проводиться з використанням газорідинної або рідинної хроматографії (Методи аналізування залишкових кількостей пестицидів ДСТУ-Н CODEX STAN 229:2012, Методика ґрунтово-агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України, 1994, Визначення вмісту залишків пестицидів газохроматографічним методом, 2004).

Ступінь небезпеки пестициду С<sub>п</sub>, (бали) встановлюється за виразом:

$$C_{\text{п}} = (K_{\text{л}} + K_{\text{п}}) - 1, \quad (1.2)$$

де  $K_{\text{л}}$  – клас небезпеки пестициду для людини в балах (табл. 1.1, графа 2);  
 $K_{\text{п}}$  – клас небезпеки для природи в балах (табл. 1.1, графа 3).

Таблиця – 1.1 Клас небезпеки деяких пестицидів (у балах)

Пестициди	Клас небезпеки для	
	людини, Кл	навколишнього середовища, Кп
Антіо, 25% КЕ	2	4
ГХЦГ, 12% дуст	2	2
Золой, 35% КЕ	2	3
ПХК, 50% КЕ	2	1
Хлорофос, 80% СП	2	3
Гранозан, 2% дуст	1	1
Бордоська рідина, 1% С	2	3
Сірка колоїдна, 80% СП	4	4
ЦІНЕБ, 80% СП	2	2
Бетанал, 16% КЕ	3	3
ТХА, 90% РП	3	3
Ептам, 72% КЕ	3	3
Бі-58, 40% КЕ	2	4
Карате, 5% КЕ	2	2
Фастак, 10% КЕ	2	2
Фурадан, 35% ТП	1	2
ТМТД, 80% СП	2	2
Арцерид, 60% СП	3	3
Скор, 26% КЕ	4	4
Бетанал АМ, 82% КЕ	3	3
Лонтрел, 30% ВР	4	4
Фюзілад С, 12,5% КЕ	4	4

Середньозважений ступінь небезпеки асортименту пестицидів ( $C_{\text{ср}}$ ) визначається за формулою:

$$C_{\text{ср}} = \frac{C_{n1} \cdot m_1 + C_{n2} \cdot m_2 + \dots + C_{ni} \cdot m_i}{m_1 + m_2 + \dots + m_i}, \quad (1.3)$$

де  $C_{n1}, C_{n2}, \dots, C_{ni}$  – ступінь небезпеки  $i$ -го пестициду в балах;  $m_1, m_2, \dots, m_i$  – маса  $i$ -го внесеного пестициду (кг).



Усереднене навантаження токсикантів на площу, тобто екотоксикологічна доза ( $D_n$ , кг/га), обчислюється за виразом:

$$D_n = \sum_i^n m_i / F, \quad (1.4)$$

де  $\sum m_i$  – загальна маса внесених пестицидів в кг,  $F$  – площа, га.

Прогноз забруднення ( $\Pi_3$ , умовні кг/га) обчислюється за формулою:

$$\Pi_3 = D_n / C_{cp} \cdot i, \quad (1.5)$$

де  $i$  – здатність ґрунту до самоочищення в балах:  $i < 0,2$  – дуже слабка;  $i = 0,2-0,4$  – слабка;  $i = 0,41-0,6$  – помірна;  $i = 0,61-0,8$  – інтенсивна;  $i > 0,8$  – дуже інтенсивна. Параметр  $i$  відбиває інтенсивність деструкції пестицидів залежно від ґрунтового-кліматичних умов. Він змінюється від 0,1 бала для сухих степів та солончаків до 1 бала для окультурених чорноземів у зоні достатнього зволоження.

Агроекотоксикологічний індекс ( $A_i$ ) ґрунтується на принципі ферментативної реакції, яка може використовуватися при інтерпретації деструкції пестицидів у біологічних середовищах та обчислюється за формулою:

$$A_i = \frac{10 \cdot \Pi_3 \cdot (1 + \Pi_3)^3}{(1 + \Pi_3)^4 + 5000}, \quad (1.6)$$

За агроекотоксикологічним індексом ( $A_i$ ) забруднення території пестицидами підрозділяється на чотири класи:  $A_i < 1$  – малонебезпечне;  $A_i = 1-4$  – середньонебезпечне;  $A_i = 5-7$  – підвищеної небезпеки;  $A_i > 7$  – високонебезпечне.

З метою екологізації захисту рослин все зростаюча увага приділяється мікробіологічним засобам (створеним на основі бактерій, грибів, вірусів та актиноміцетів), які можуть стати певною мірою альтернативою пестицидам хімічного синтезу, перевершуючи останні за екологічними, економічними та соціальними показниками.

Проти хвороб рослин найчастіше застосовують біопрепарати на основі бактерій *Pseudomonas fluorescens* (планріз або ризоплан), *Pseudomonas aureofaciens* (агат-25К, ель-1, циркон, новосил, біосил, імуноцитофіт, псевдобактерін-2, крезацин, альбіт, епін-екстра, ларіксін), *Bacillus subtilis* (бактофіт, фітоспорин); для боротьби з комахами біопрепарати з урахуванням

*Bacillus thuringiensis* (H-1) *subsp. thuringiensis* (бітоксубацилін, бактокуліцид, бікол, ентобактерін); проти гризунів на основі бактерії *Salmonella enteritidis* *var. issatschenko* (бактороденцид).

Біопрепарати грибного походження (гриб роду *Trichoderma lignorum*): наприклад, триходермін використовується проти хвороб рослин; боверин проти колорадського жука. Препарати на основі антибіотиків (продуктів життєдіяльності мікроорганізмів): фітобактеріоміцин, фітолавін-300 (на основі актиноміцетів роду *Actinomycetes* *sp.*) застосовуються для захисту рослин від бактеріальних та грибних хвороб.

### Запитання для самоперевірки

1. Дайте визначення пестицидам?
2. Які критерії включає сучасна шкала екотоксикологічної оцінки пестицидів?
3. На які групи в залежності від цілей і напряму використання ділять пестициди?
4. Яка основна причина накопичення залишкових кількостей пестицидів у продуктах?
5. На чому ґрунтується агроекотоксикологічний індекс?
6. Як визначається усереднене навантаження токсикантів на площу (екотоксикологічна доза)?
7. Як визначається середньозважений ступінь небезпеки асортименту пестицидів ?
8. Як визначається тимчасова допустима концентрація пестициду у продуктах харчування?
9. Який параметр відбиває інтенсивність деструкції пестицидів залежно від ґрунтово-кліматичних умов?
10. Перелічіть класи забруднення території пестицидами за агроекотоксикологічним індексом?

### 1.2 Практична частина

**Приклад розрахунку.** Завдання: визначити клас небезпеки забруднення темно-сірого лісового ґрунту пестицидами при вирощуванні цукрових буряків Льговська-52.

**Вихідні дані** (табл. 1.2). Параметр  $i = 0,6$ .

**Рішення:**

1. За формулою (1.2) встановлюємо рівень небезпеки пестициду ( $C_n$ ). При цьому значення класу небезпеки пестициду людини ( $K_n$ ) знаходимо за табл. 1.1 (граф 2), а для природи ( $K_n$ ) у графі 3.

2. Використовуючи формулу (1.3) та дані табл. 1.2 (графа 6), обчислюємо середньозважений ступінь небезпеки для 1 варіанту (площа цукрових буряків 180 га) та окремо для 2 варіанту (площа цукрових буряків 180 га).

Таблиця 1.2 – Хімічні засоби захисту рослин при вирощуванні цукрових буряків

Хімічні речовини	Препаратна форма	Витрата пестициду, кг/га	Кратність обробки	Хімічні засоби на 1 га	Загальна маса пестицидів в кг
1	2	3	4	б	б
<b>1 варіант (P = 180 га)</b>					
<b>Інсектициди</b>					
Антіо	25% КЕ	1,6	1	1,6	288
ГХЦГ	12% дуст	20	1	20	3600
Золон	35% КЕ	3,5	1	3,5	630
ПХК	50% КЕ	3	2	6	1080
Хлорофос	80% СП	2	2	4	720
<b>Фунгіциди</b>					
Гранозан	2% дуст	0,06	1	0,06	10,8
Бордоська рідина	1%С	8	1	8	1440
Сірка колоїдна	80% СП	6	1	6	1080
Цинеб	80% СП	4	1	4	720
<b>Гербіциди</b>					
Бетанал	16% КЭ	8	1	8	1440
ГХА	90% РП	20	1	20	3600
Ептам	72% КЭ	8	1	8	1440
Загальна					16 048,8
<b>2 варіант (P = 180 га)</b>					
<b>Інсектициди</b>					
Бі-58	40% КЕ	0,9	1	0,9	162
Карате	5% КЕ	0,15	1	0,15	27
Фастак	10% КЕ	0,1	1	0,1	18
Фурадан	35% ТП	0,21	1	0,21	37,8
<b>Фунгіциди</b>					
ГМТД	80% СП	0,036	1	0,036	6,4
Арцерид	60% СП	2	1	2	360
Скор	25% КЭ	0,4	1	0,4	72
<b>Гербіциди</b>					
Бетанал АМ	82% КЭ	0,33	1	0,33	59,4
Фюзілад С	12,5% КЭ	1	1	1	180
Лонтрел	30% ВР	0,12	1	0,12	21,6
Загальна					944,2

*Примітка:* В даний час хімічні засоби захисту рослин за 1 варіантом практично не використовуються, а застосування дусту заборонено.

3. Маса кожного внесеного пестициду ( $m_1, m_2, \dots, m_i$ ) знаходиться перемноженням площі посіву на витрату пестициду (табл. 1.2, графа 5), а загальна маса пестицидів ( $\sum m_i$ ) за варіантами встановлюється шляхом підсумовування інсектицидів, фунгіцидів та гербіцидів. У результаті отримуємо  $\sum m_i = 16\,048,8$  кг (1 варіант);  $\sum m_i = 944,2$  кг (2 варіант).

4. Значення середньозваженого ступеня небезпеки асортименту пестицидів ( $C_{cp}$ ) визначаємо за формулою (1.3): для 1 варіанту  $C_{cp} = 4,21$ ; для 2 варіанту  $C_{cp} = 5,35$ .

5. Екотоксикологічна доза ( $D_n$ , кг/га) обчислюється за формулою (1.4), яка дорівнює 89,2 кг/га (1 варіант) та 5,24 кг/га (2 варіант).

6. Прогноз забруднення ґрунту пестицидами обчислюємо за формулою (1.5):

$$P_3 = 89,2 / (4,21 \cdot 0,6) = 35,2 \text{ умв.кг/га (1 варіант);}$$

$$P_3 = 5,24 / (5,35 \cdot 0,6) = 1,6 \text{ умв.кг/га (2 варіант).}$$

7. Агроекотоксикологічний індекс ( $A_i$ ), обчислений за формулою (1.6), становить 9,7 (1 варіант) та 0,06 (2 варіант). Порівнюючи отримані індекси зі своїми нормативними значеннями, робимо висновок, що 1 варіант хімічного захисту цукрових буряків високонебезпечний ( $A_i > 7$ ), а 2 варіант екологічно малонебезпечний ( $A_i < 1$ ).

Для зниження пестицидного навантаження на агроєкосистеми важливо використовувати інтегровану систему захисту рослин, що включає всі доступні форми придушення шкідливих організмів: механічні, фізичні, біологічні, біоценотичні, агротехнічні та хімічні способи. При цьому має досягатися мета не повного знищення шкідників і бур'янів, а підтримання їх чисельності лише на рівні, який не призведе до відчутних економічних втрат (Додаток А, табл. 1А-4А).

Вихідні дані для оцінки небезпеки забруднення орних ґрунтів пестицидами:

Варіант 1: табл. 1.2, параметр  $i = 0,1$ .

Варіант 2: табл. 1.2, параметр  $i = 0,18$ .

Варіант 3: табл. 1.2, параметр  $i = 0,2$ .

Варіант 4: табл. 1.2, параметр  $i = 0,31$ .

Варіант 5: табл. 1.2, параметр  $i = 0,42$ .

Варіант 6: табл. 1.2, параметр  $i = 0,5$ .

Варіант 7: табл. 1.2, параметр  $i = 0,62$ .

Варіант 8: табл. 1.2, параметр  $i = 0,68$ .

Варіант 9: табл. 1.2, параметр  $i = 0,71$ .

Варіант 10: табл. 1.2, параметр  $i = 0,8$ .

## 2 ПРОГНОЗ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ АГРОХІМІЧНИМИ ЗАСОБАМИ

### 2.1 Загальні теоретичні відомості

Застосування органічних та мінеральних добрив – важлива умова для підвищення врожайності культур. Азотні мінеральні добрива випускають і використовують у твердому та рідкому видах. За формою азоту тверді азотні добрива поділяють на:

- амонійні ( $\text{NH}_4$ ): сульфат амонію, хлорид амонію;
- амонійно-нітратні ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ): аміачна селітра, сульфат-нітрат амонію;
- нітратні ( $\text{NO}_3$ ): натрієва селітра, кальцієва селітра;
- амідні ( $\text{NH}_2$ ): карбамід (сечовина), ціанамід кальцію.

З рідких азотних добрив застосовують аміачні ( $\text{NH}_3$ ), в яких азот знаходиться у вигляді водного та безводного аміаку. Фосфорні добрива представлені суперфосфатом і подвійним суперфосфатом, а також складними сполуками: амофос, діамофос, нітроамофоска, карбоамофоска. До калійних добрив відносять хлорид калію, сульфат калію, природні калійні солі (сільвініт). Сировина для отримання мінеральних добрив (фосфорити, апатити, калійні солі), як правило, містить велику кількість токсичних домішок. Серйозну небезпеку становлять важкі метали, які у добривах становлять значні кількості (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Сільськогосподарські джерела забруднення ґрунтів важкими металами, мг/кг сухої маси

Елемент	Стічні води	Вапняки	Фосфорні добрива	Азотні добрива	Калійні добрива	Органічні добрива	Пестициди
Cd	2-1500	0,04-0,1	0,1-170	0,05-8,5	0,2-1	0,3-0,8	–
Co	2-260	0,4-3	1-12	5,4-12	–	0,3-24	–
Cr	20-40600	10-15	66-245	3,2-19	0,25	5,2-55	–
Cu	50-3300	2-125	1-300	1-15	–	2-60	12-50
Hg	0,1-55	0,05	0,01-1,2	0,3-2,9	0,075	0,09 - 0,2	0,8-42
Mn	60-3900	40-1200	40-2000	–	–	30-550	–
Ni	16-5300	10-20	7-38	7-34	–	7,8-30	–
Pb	50-3000	20-1250	7-225	2-27	4-12	6,6-15	60
Sr	40-360	610	25-500	–	–	80	–
Zn	90-49000	10-450	50-1450	1-42	–	15-250	1,3-25
F	2-740	300	8500-38 000	–	–	7	18-45

У суперфосфаті міститься (мг/кг): Co (1-9), Ni (7-32), Cu (4-79), Pb (7-92), Cd (50-170), Zn (50-1430), Cr (66-243), As (1,2-2,2), W (20-180). У фосфогіпсі присутні до 2% стронцію та близько 0,5% фтору. У фосфорних добривах містяться токсичні сполуки фтору. Калійні добрива містять баластні елементи (Cl, Na), які, накопичуючись, можуть знижувати родючість ґрунтів. У сапропелі вміст кадмію становить 50-100 мг/кг сухої маси.

Активні забруднювачі – стічні води, які містять у великих кількостях хром, цинк, нікель, марганець.

Негативна дія важких металів збільшується в ряду: Zn-Ni-Cr-Co-Cu-Pb-Hg. Встановлено, що на ґрунтах, забруднених важкими металами, спостерігається зниження врожайності: зернових на 20-30%, цукрових буряків – на 35, картоплі – на 47 та бобових – на 40%.

Фізіологічно кислі мінеральні добрива, підкислюючи ґрунт, тим самим мобілізують і токсичні елементи, переводять їх із недоступної у доступну для рослин форму.

Можливі такі позитивні та негативні дії агрохімічних засобів на ґрунт:

- підкислення та підлужування ґрунтового розчину;
- посилення або ослаблення фізико-хімічного та хімічного поглинання катіонів та аніонів;
- зміна концентрації іонів у ґрунтовому розчині;
- зміна рухливості важких металів та інших токсичних хімічних елементів;
- зміна концентрації мікроелементів у доступній для рослин формі;
- посилення мінералізації органічної речовини;
- посилення гуміфікації;
- зміна біологічної фіксації молекулярного азоту атмосфери бульбочковими та вільноживучими бактеріями;
- зміна загальної біологічної та ферментативної активності ґрунту;
- зміна ефективності живильних елементів ґрунту;
- виникнення антагонізму поживних елементів, що позначається на їх надходженні до рослин;
- накопичення токсичних елементів та сполук у рослинах у кількостях, що перевищують ГДК та зниження якості продукції;
- посилення міграції елементів живлення та збільшення їх втрат у навколишнє середовище.

Шляхи зниження екологічної напруженості полягають у виконанні наступних заходів:

- покращення хімічного складу мінеральних добрив за рахунок вдосконалення технології їх виробництва; добрива та засоби захисту рослин повинні бути екологічно безпечними;
- застосування оперативних методів визначення потреби культур в елементах живлення з урахуванням місцевих умов та підвищення коефіцієнта використання азоту, фосфору та калію ґрунту та добрив рослинами;
- дотримання наукової технології використання добрив з урахуванням оптимізації кореневого харчування;
- застосування комплексу заходів для закріплення мінерального азоту в органічній формі «імобілізації»; підвищення рівня використання біологічного азоту.

Бактеріальні добрива – добрива, що містять живі бактерії, здатні розмножуватися в ґрунті та корінні рослин, фіксуючи азот з повітря та перетворюючи у процесі своєї життєдіяльності недоступні для рослин органічні та мінеральні речовини у доступні легкорозчинні.

Слід ширше застосовувати бактеріальні добрива, що дозволить скоротити обсяги внесення у ґрунт промислових туків і таким чином помітно знизити хімічний прес на навколишнє середовище (характеристика деяких бактеріальних добрив наведена у додатку Б, табл. 1-3 Б).

#### *Запитання для самоперевірки*

1. Тверді азотні добрива за формою азоту поділяють на...?
2. Що міститься у суперфосфаті ?
3. Дайте визначення активним забруднювачам?
4. Який вплив чинять важкі метали в ґрунті на врожайність сільськогосподарських культур?
5. Назвіть позитивні та негативні дії агрохімічних засобів на ґрунт?
6. Які заходи необхідно виконувати для зниження екологічної напруженості?
7. Дайте визначення бактеріальним добривам?
8. Який вплив чинить застосування бактеріальних добрив на ґрунт та рослини?

## 2.2 Практична частина

**Приклад розрахунку.** Завдання: визначити збільшення надходження важких металів у ґрунт за рахунок зростання доз внесення мінеральних добрив.

**Вихідні дані** наведено у табл. 2.2 –2.5.

Таблиця 2.2 - Вміст важких металів у добривах та меліорантах, мг/кг (1991 р.)

Добрива та меліоранти	Mn	Zn	Cu	Pb	Ca	Ni
Сечовина	2	6	0,8	1,3	0,25	7,5
Суперфосфат простий (гранульований)	210	19	14,3	42,5	3,5	24,8
Хлористий калій	15	12,3	4,5	12,5	4,25	19,3
Перегній (зольність 19, 5%)	276	121,7	19,8	9,3	0,2	6,6
Вапно	295	21	5,8	37,8	5,5	30

Таблиця 2.3 – Вплив хімічних речовин на стан довкілля

Показники	Норми для класів токсичності		
	1-й клас	2-й клас	3-й клас
	кадмій, свинець, цинк, ртуть, талій, миш'як, фтор, бенз(а)пірен, селен	кобальт, нікель, мідь, хром, бор, молібден, сурма	марганець, барій, вісмут, ванадій, вольфрам, стронцій, ацетофенол
Токсичність, LD <sub>50</sub>	<200	200-1000	> 1000
Персистентність у ґрунті, місяці	більше 12	6-12	Менше 6
Міграція	мігрують	слабко мігрують	не мігрують
Персистентність у рослинах, місяці	Більше або дорівнює 3	1-3	менше 1
Вплив на харчову цінність сільськогосподарської продукції	сильне	помірне	немає



Таблиця 2.4 – ГДК потенційно токсичних елементів у ґрунті після застосування осаду стічних вод та максимальні щорічні швидкості їх накопичення (Сойє, 1993)

Потенційно токсичні елементи	ГДК потенційно токсичних елементів у ґрунті (мг/кг) при рН:				Середні швидкості накопичення потенційно токсичних елементів за 10 років, кг/га рік
	5-5,5	5,6-6	6,1-7	більше 7	
Цинк	200	250	300	450	15
Мідь	80	100	135	200	7,5
Нікель	50	60	75	110	3

Таблиця 2.5 – Вміст важких металів (мг/т) у мінеральних добривах та ГДК важких металів у ґрунті

Важкі метали	С <sub>тм</sub> (мг/т) в добривах:			ГДК, мг/кг
	азотних	фосфорних	калійних	
Свинець	174,4	138,1	196,5	6
Мідь	201,9	1555,1	186,4	3
Цинк	186,4	1230,15	182	23
Кадмій	1,3	2,65	0,6	1
Ртуть	0,43	4,6	0,7	2Д

### Рішення:

1. Віднесіть важкі метали табл. 2.2 до класів токсичності згідно з табл. 2.3. Для кожного важкого металу в межах класу складіть ранжований ряд добрив та меліорантів за вмістом у них важких металів, вказавши в дужках внесок (в %) агрохімікатів у накопиченні конкретного металу.

2. Які добрива та меліоранти з табл. 2.2 створюють найбільшу загрозу в накопиченні важких металів перших двох класів токсичності, зазначених у табл. 2.3?

3. Визначте за табл. 2.4, до яких змін у здатності рослин накопичувати важкі метали призводить підвищення кислотності ґрунтів, що спостерігається внаслідок внесення мінеральних добрив?

4. Для яких важких металів табл. 2.4 рівний ступінь збільшення кислотності призводить до найбільшого зниження нормативу ГДК у ґрунті? Як виявлені особливості пов'язані із середніми швидкостями накопичення потенційно токсичних елементів у ґрунті?

5. За даними табл. 2.5 встановіть, наскільки збільшиться надходження свинцю, міді, цинку, кадмію та ртуті ( $\Delta C_{\text{ТМ}}$ , кг/га) у ґрунт при зростанні внесення мінеральних добрив з 30 до 180 кг/га за умови, що  $N : P_2O : K_2O = 1 : 0,8 : 0,6$ ?

6. Як зміняться фонові значення вмісту важких металів у ґрунті (табл.2.5) через  $T$  років за умови збереження отриманих оцінок у їх накопиченні? Для цього необхідно:

а) розрахувати вагу орного шару ґрунту ( $J_{\text{П}}$ , т/га) за формулою:

$$J_{\text{П}} = 10^4 \cdot z \cdot d, \quad (2.1)$$

де  $z$  – потужність орного горизонту, м ( $z = 0,2$  м);  $d$  – щільність складання ґрунту, г/см<sup>3</sup> ( $d = 1,2$  г/см<sup>3</sup>);

б) обчислити фоновий вміст важких металів у ґрунті ( $\Phi_{\text{ТМ}}$ , кг/га) за формулою:

$$\Phi_{\text{ТМ}} = 10^{-6} \cdot J_{\text{П}} \cdot C_{\text{ТМ}}, \quad (2.2)$$

де  $C_{\text{ТМ}}$  – вміст важких металів (мг/т) у мінеральних добривах (табл. 2.5);

в) перевести по кожному важкому металу суму ( $\Phi_{\text{ТМ}} + T \cdot \Delta C_{\text{ТМ}}$ ) в мг/кг за співвідношенням:

$$\frac{\Phi_{\text{ТМ}} + T \cdot \Delta C_{\text{ТМ}}}{J_{\text{П}} \cdot 10^{-3}}, \quad (2.3)$$

де  $\Delta C_{\text{ТМ}}$  – збільшення надходження важких металів у ґрунт за рахунок зростання доз внесення мінеральних добрив (кг/га);  $T$  – число прогнозованих років.

7. На основі аналізу швидкостей акумуляції важких металів у ґрунті при внесенні мінеральних добрив та порівняння отриманих прогнозних оцінок з ГДК слід встановити, контроль за якими важкими металами у ґрунті є пріоритетним?

Вихідні дані для прогнозу забруднення ґрунтів агрохімічними засобами:

Варіант 1 – табл. 2.2 –2.5;  $z = 0,18$  м;  $d = 1,22$  г/см<sup>3</sup>

Варіант 2 – табл. 2.2 –2.5;  $z = 0,2$  м;  $d = 1,19$  г/см<sup>3</sup>

Варіант 3 – табл. 2.2 –2.5;  $z = 0,22$  м;  $d = 1,2$  г/см<sup>3</sup>

Варіант 4 – табл. 2.2 –2.5;  $z = 0,19$  м;  $d = 1,17$  г/см<sup>3</sup>

Варіант 5 – табл. 2.2 –2.5;  $z = 0,25$  м;  $d = 1,24$  г/см<sup>3</sup>

Варіант 6 – табл. 2.2 –2.5;  $z = 0,3$  м;  $d = 1,1$  г/см<sup>3</sup>

## ЛІТЕРАТУРА

1. Ковальчук П. І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища: навч. посібник. Київ: Либідь, 2003. 208 с.
2. Станкевич С.В., Забродіна І. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених для використання в Україні. Київ: Юнівест Медіа, 2019. 543 с.
3. Кулешов А.В., Білик М.О., Станкевич С.В., Забродіна І.В. Практикум з моніторингу шкідників сільськогосподарських культур: навч. посібник. Харків: ФОП Бровін О.В., 2016. 206 с.
4. Козлов М.В., Лапа М.А. Методика ґрунтово-агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України Київ, 1994. 162 с.
5. Секун М.П., Жеребко В.М., Лана О.М., та ін. Довідник із пестицидів Київ: Колобіг, 2007. 360 с.
6. В. У. Ящук, Д. В. Іванов, О. Л. Капліна. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Київ: Юнівест Медіа, 2010. 448 с.
7. Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті / ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001 затв. МОЗ України 20.09.2001 № 137. Київ, 2001. 244 с.
8. Доповнення до переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні: каталог / М. В. Єременко, М. І. Ткачук, Н. В. Любач та ін. Дніпропетровськ: АРТ-ПРЕС, 2007. 248 с.
9. Методичні вказівки з визначення мікрокількостей пестицидів у харчових продуктах, кормах та навколишньому середовищі. Зб. № 42. Офіційне вид. Київ, 2005. 246 с
10. Методи аналізування залишкових кількостей пестицидів ДСТУ-Н CODEX STAN 229:2012 Національний стандарт України. Продукти харчові нежирові. Визначення вмісту залишків пестицидів газохроматографічним методом, Ч.1-3. Київ:Держспоживстандарт України, 2004
11. Клісенко М.А., Александрова Л.Г. Аналітична хімія залишкових кількостей пестицидів. навч.посібник. К.:ЕКОГІНСТОК, 1999, 240 с.
12. Качинський А. Б. Антропогенні навантаження та екологічна безпека в системі «Пестициди – навколишнє середовище – здоров'я населення на основі аналізу ризику». Київ, 1994. 30 с. (Препринт/Національний Інститут стратегічних досліджень; № 26).
13. Тимчук В.М., Зуза В.С., Гутянський Р.А. Система спостережень за бур'янами [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/530-systema-sposterezhen-za-burianamy.html>

## **ДОДАТКИ**

Таблиця 1 А – Види бур'янів України та їх розповсюдженість

Вид бур'яну	Агробіологічна група	В посівах яких культур найбільш поширений
1	2	3
I дуже широко поширені		
Берізка польова	коренепаросткові	всіх
Гірчак розлогий	ранні ярі	ярих
Гірчиця польова	ранні ярі	ярих, озимих
Лобода біла	ранні ярі	всіх
Осот рожевий	коренепаросткові	всіх
Щириця звичайна	пізні ярі	пізніх ярих
Мицій сизий	пізні ярі	пізніх ярих
Чистець однорічний	ранні ярі	всіх
II дуже широко поширені		
Грицики звичайні	зимуючі	озимих
Куколиця біла	дворічні	озимих і багаторічних трав
Кульбаба лікарська	коренестрижневі	багаторічних трав
Пирій повзучий	кореневищні	багаторічних трав
Молочай лозний	коренепаросткові	всіх
Ромашка непахуча	зимуючі	озимих
Рутка лікарська	ранні ярі	озимих, ранніх ярих
Талабан польовий	зимуючі	озимих
III поширені		
Будяк колючий	дворічні	багаторічних трав
Липучка звичайна	дворічні	озимих і багаторічних трав
Осот огородній	пізні ярі	всіх
Чистець болотний	кореневищні	всіх
Паслін чорний	пізні ярі	пізніх ярих
Амброзія полинолистна	ранні ярі	всіх
Щириця біла	пізні ярі	пізніх ярих
Молокан татарський	коренепаросткові	всіх
Калачики непомітні	пізні ярі	пізніх ярих
Полин звичайний	кореневищні	всіх
Щавель кінський	коренестрижневі	всіх
Подорожник великий	коренемичкуваті	багаторічних трав
Вівсюг звичайний	ранні ярі	ранніх ярих
Хвощ польовий	кореневищні	всіх

Таблиця 2А – Приблизні економічні пороги шкідливості бур'янів, екз/м<sup>2</sup> (1999 р.)

Культура	Бур'яни		Культура	Бур'яни	
	однорічні	багато-річні		одно-річні	багато-річні
Пшениця озима	16	2	Кукурудза	8	1
Пшениця яра	15	3	Буряк	16	1
Ячмінь	11	1	Картопля	3	1
Овес	11	3	Льон	20	3
Рис	10	5	Однорічні трави	28	3
Горох	3	1	Багаторічні трави	21	5
Соя	11	3			

Таблиця 3А – Економічні пороги шкідливості комах

Шкідник	Фаза вегетації	Економічний поріг шкідливості
<b>Зернові культури</b>		
Клопи	відростання навесні, кущіння	озима та яра пшениця: 1,5-2 клопи/м <sup>2</sup> (у посушливі роки 0,5 клопи/м <sup>2</sup> )
Личинки	початок наливу молочна стиглість	8-10 личинок/м <sup>2</sup> ; 2 личинки/м <sup>2</sup> на сильній пшениці; 6 личинок/м <sup>2</sup> на звичайних посівах
Хлібна жужелиця	восени весною	1-2 личинки/м <sup>2</sup> ; 2-3 личинки/м <sup>2</sup>
Злакові попелиці	трубкування колосіння	10 попелиць на 1 стебло; 5-6 попелиць на 1 колос
П'явиця	кущіння	10-15 жуків/м <sup>2</sup> ,
Хлібні жуки	цвітіння-налив зерна	3-5 жуків/м <sup>2</sup>
Шведська муха	сходи-кущіння	40-50 мух на 100 змахів сачком; 6-10% пошкоджених головних стебел
Блохи (стеблова, смугаста)	кущіння	30 жуків на 100 змахів сачком
Хлібний клоп	сходи-кущіння	2-3 клопа/м <sup>2</sup>
Озима совка	сходи	3-5 гусениць/м <sup>2</sup>
Дротники	перед посівом	5-8 личинок/м <sup>2</sup>
Пшеничний тріпе	трубкування	8-10 імаго на 1 стебло

Шкідник	Фаза вегетації	Економічний поріг шкідливості
<b>Кукурудза</b>		
Стебловий метелик	6-8 листя	1-2 гусениці на 1 рослину
Луговий метелик	сходи- викидання мітелок	10 гусениць/м <sup>2</sup>
Озима совка	сходи	0,5-2 гусениці/м <sup>2</sup>
Проволочники	до посіву	5-10 личинок/м <sup>2</sup>
Попелиці	протягом вегетації	20% заселених рослин
Шведська муха	сходи	1-2 личинки на 1 рослину
<b>Цукровий буряк</b>		
Довгоносики	сходи	2-4 жука/м <sup>2</sup>
Капустяна совка	протягом вегетації	1-2 гусениці на 1 рослину
Луговий метелик	сходи-змикання листя	5-10 гусениць/м <sup>2</sup>
Бурякові блішки	сходи	Більше 10 жуків/м <sup>2</sup>
Бурякова мініуюча муха	2 пари справжнього листя	6-8 яєць на 1 рослину
Проволочники	до сівби	5-10 проволочників/м <sup>2</sup>
Хрущі	до сівби	Більше 1 личинки/м <sup>2</sup>
<b>Картопля</b>		
Колорадський жук	сходи до 1,5-2,5 см	0,5-2% заселених кущів
Личинки	бутонізація-початок цвітіння	5-8% заселених кущів, до 20 личинок на 1 рослину
Проволочники	до посадки	5 личинок/м <sup>2</sup>
<b>Зернові бобові</b>		
Горохова попелиця	початок бутонізації і пізніше	15-20% заселених кущів
Горохова зернівка	бутонізація	10 жуків на 100 рослин
Булбенькові довгоносики	сходи, відростання конюшини	5—10 жуків /м <sup>2</sup> чи 10-15% знищеної листової поверхні
Конюшинний довгоносик-сім'яїд	бутонізація та цвітіння	10-15 жуків/м <sup>2</sup> чи 10-20 жуків на 10 змахів сачком
<b>Льон</b>		
Льняна блоха	сходи	5-10 жуків/м <sup>2</sup>
<b>Соняшник</b>		
Несправжній сірий довгоносик	сходи	2 жука/м <sup>2</sup>
Соняшникова попелиця	4-5 листя	5-8 жуків/м <sup>2</sup>

Таблиця 4А – Приблизні економічні пороги шкідливості хвороб культур (1999 р.)

Назва хвороби	Ураження, %	Фаза вегетації
<b>Поширеність хвороби</b>		
Біла гнилизна соняшника	10	цвітіння
Головня проса	1	повна стиглість
Пухирчаста сажка кукурудзи: на стеблах на нирках	10 5	налив зерна
Головня хлібних злаків: на ярих на озимих	0,3-0,5 0,2	повна стиглість
Готика картоплі	5-10	бутонізація
Кільцева гнилизна картоплі	5	збирання
Коренева гнилизна хлібних злаків	5	початок вегетації
Мозаїка картоплі (смуриста, зморшкувата, крапчаста)	15-20	бутонізація
Мокра гнилизна картоплі	1	збирання
Борошниста роса пшениці	3-5	початок вегетації
Офіоболоз пшениці (при розсіяному прояві)	30-35	перед збиранням
Пірикуляріоз рису (на волоті)	1-2	повна стиглість
Поліспороз насіння льону	5-10	збирання
Рак картоплі	масове	збирання
Іржа пшениці (бура, жовта, стеблова)	3-5	початок вегетації
Ризоктоніоз картоплі: на стеблах на посадкових бульбах	15 склероціїв 25 склероціїв	цвітіння клубнеутворення та дозрівання
Септоріоз листя пшениці	3-5	початок вегетації
Скручування листя картоплі	5-10	бутонізація
Снігова цвіль озимих	20	кущіння (навесні)
Фітофтороз на бульбах картоплі	2-10	повна стиглість
Фомоз картоплі	2-3	через 3 місяці після збирання
Фузаріозне в'янення льону	5-10	перед збиранням
Церкоспороз цукрових буряків	25-50	у період накопичення маси коренеплодів
Чорна ніжка картоплі	1-2	цвітіння
<b>Розвиток хвороби</b>		
Гельмінтоспоріоз листя кукурудзи	35	викидання султанів
Гельмінтоспоріозна-фузаріозна гнилизна зернових	10-15	перед збиранням



## Продовження таблиці 4А

Назва хвороби	Ураження, %	Фаза вегетації
Гельмінтоспориозна гнилизна ячменю	30	цвітіння
Коренева гнилизна гороху	30	цвітіння
Хибна борошниста роса буряків	25	у період накопичення маси коренеплодів
Борошниста роса зернових	25-30	колосіння
Поліпороз льону	5-10	збирання
Іржа льону	5-10	збирання
Іржа хлібних злаків:		
лінійна	15	повна стиглість
жовта	30	цвітіння
бура	40	молочна стиглість зерна
Ринхоспориоз:		
жита	16-20	колосіння
ячменю	20-25	колосіння
Септоріоз листя пшениці	15-20	цвітіння
Сітчаста плямистість ячменю	20	цвітіння
Фітофтороз картоплі:		
ранні сорти	20	кінець цвітіння
пізні сорти	40-45	кінець цвітіння
Церкоспориоз цукрових буряків	10	у період накопичення маси коренеплодів

## ДОДАТОК Б

Таблиця 1.Б – Біологічно активні препарати для обробки насіння та посівів зернових, зернобобових та круп'яних культур

Найменування препарату	Макро- і мікроелементи	Норми витрати		Надбавка врожаю, ц/га
		обробка насіння, л/т	обприскування вегетуючих рослин, л/га	
Гумат калію (7,5%)	гумінові кислоти – 32%, K <sub>2</sub> O – 10%, фульвокислоти – 4%, Mn, Zn, Co, Cu, Mo	0,5	0,25	3,6-5,5
Гумат калію рідкий торф'яний	амінокислоти, вуглеводи, карбонові кислоти, гумати калію, N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O, Fe, Zn, Cu, Mn, B, Mo	0,2	0,4	3,5-5,2
Дарина – 21 модифікація	N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O, B, Mn, Zn, Co, Cu, Mo	0,1-0,2	2	3-5
Теллура «М», Теллура «Біо»	гумінові кислоти, гумати торфа, біогумус, N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O, Mn, Zn, Co, Cu, Mo	0,2	1,6	3,7-4,5
Гумат «Родючість»	гумінові та фульвокислоти, Ca, Mg, Na, Mn, Co Реагент – їдкий натр.	0,625	0,5	1,6-3
МіБАС	Cu – 2,5-3,9%, Zn – 2,8-3,9%, Co – 2,6-3,5% на лігніновій основі	4	4	3-4
Альбіт	полігідроксимасляна кислота	0,03-0,05	0,03	3-6
Біосил	тритерпенові кислоти	0,05	0,03	3-5
Нарцис	хітозан (50%), бурштинова (30%) та глютамінова (20%) кислоти	0,1-0,2	0,08	1-1,6
Флоргумат	гумінові кислоти, N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O, Ca, S, B, Mo, Mn, Zn, Cu, Co, Fe	0,3-0,5	0,6-1	3-6
Сейбіт	гумат натрію, полімерний плівкоутворювач, комплексне рідке добриво	1,88	1,3	3-5,7
Гумат натрію	гумінові кислоти	0,25	0,5	2,2-4,1

Таблиця 2.Б – Бактеріальні препарати Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України (2015 р.)

Назва препарату, ефективність	Культура	Приріст урожаю	Норма витрати препарату на 1 т насіння	Термін зберігання
<i>Ризогумін</i> на основі торфу	соя горох люпин квасоля	20-50% 15-25% 10-18% 15-20%	2кг 900г 1кг 2кг	+5 +10 °С -6 місяців
<i>Ризогумін</i> (р.ф.) покращує азотне живлення рослин	соя горох люпин	20-50% 15-25% 10-18%	2л 0,5л 600мл	+5 +10 °С – 14-20 днів
<i>Діазобактерин</i> підсилює активність фіксації молекулярного азоту у кореневій зоні	жито гречка злакові трави	15-30% 15-30% 35-55%	900мл 900мл 5мл	5-15 °С – 14 днів
<i>Поліміксобактерин</i> для мобілізації важкодоступного фосфору з ґрунту	льон пшениця ячмінь соняшник кукурудза буряки	10-25% -/ -/ 10-24% -/ -/-	800мл 600мл 600мл 12л 3л 30л	+4 °С – 3 місяці
<i>Альбобактерин</i>	озимий та ярий ріпак	10-20%	5л	+4 °С – 3 місяці
<i>Біограф</i> (рідкий) покращує живлення рослин та підвищує продуктивність	картопля	10-20%	500мл	+18 °С – 1 міс. +4 °С – 2 місяці
<i>Мікрогумін</i> підвищує азотофіксацію, сприяє мобілізації ґрунтових фосфатів, стимулює ріст і розвиток рослин	ячмінь просо овес	15-25%	1кг	+5 +10 °С – 6 місяців
<i>Хетомік</i> для поліпшення живлення рослин та захисту від збудників корневих хвороб	соняшник картопля зернобобові	10-26 % 15-20 % 15-30 %	2-2,2 кг 400-450 г 1-1,2 кг	3-25 °С – 1,5-2 роки

Таблиця 3.Б – Бактеріальні препарати, які виготовляє Інститут агроекології і природокористування НААН України (2015 р.)

Назва препарату	Культура	Приріст урожаю	Норма витрат	Термін зберігання
<i>Ризобофіт:</i> <u>Марка Р</u> -рідина	соя	12,5-61,5%	1л/т насіння	+5..+8 °С – 2 місяці
<u>Марка Т</u> – на основі торфу	соя		2 кг/т насіння	+5 +8 °С – 6 місяців
<u>Марка Р</u> – рідина (поліпшує умови азотного живлення рослин)	горох конюшина люцерна люпин еспарцет кормові боби нут квасоля козлятник		1 л (горох, квасоля, кормові боби, нут): 0,5 л/100кг (бобові трави)	+5 +8 °С – 2 місяці
<i>Фосфоентерин</i> (покрощує фосфорне живлення рослин)	зернові зернобобові олійні овочеві	15-30 %	0,5 л/т – зернові; 1 л/т – зернобобові, 1-5 мл/кг – овочеві; 10 % розчин для обробки бульб картоплі	+5 +10 °С – 2 місяці
<i>Ризоактив:</i> <u>Марка Р</u> – рідина	бобові культури (горох та соя)	15-40 %	2 л/т завчасна обробка насіння (30 діб) до посіву	+5 +8 °С – 6 місяців
<u>Марка Т</u> – на основі торфу			2кг/т завчасна обробка насіння (14 діб) до посіву	+5 +15 °С – 6 місяців
<u>Марка В</u> – на основі активованого вугілля			2кг/т завчасна обробка насіння (14 діб) до посіву	+5 +15 °С – 6 місяців