

НУБІП України

НУБІП України

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

НУБІП України

**05.09 – МР.366 «С» 2023.03.13.18ПЗ**

**Шаховал Євген Дмитрович**

**2023 р.**

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ФАКУЛЬТЕТ АГРОБІОЛОГІЧНИЙ

УДК 631.4/.8:633.16/.35

ПОГОДЖЕНО

Декан агробіологічного факультету

проф. О.Л. Тонха

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри ґрунтознавства  
та охорони ґрунтів

проф. В.О.Забалуєв

2023 р.

2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Оцінка поживного режиму ґрунту за вирощування суміжних  
посівів ячменю та гороху»

Спеціальність 201 «Агрономія»

Освітня програма «Агрохімія і ґрунтознавство»

Виконав

Шаховал Є.Д.

(підпис)

(ПІБ студента)

Керівник роботи, д.с.-г.н., проф.

Тонха О.Л.

(підпис)

(ПІБ, науковий ступінь та вчене звання)

КИЇВ – 2023

НУБІП України

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. професора М.К. Шикולי

НУБІП України

д.с.-т. н., проф. В.О. Забалуєв

(підпис)

20 року

### ЗАВДАННЯ

до виконання магістерської роботи  
Шаховалу Євгену Дмитровичу

НУБІП України

Тема роботи: «Оцінка поживного режиму ґрунту за вирощування суміжних посівів ячменю та гороху»

2. Керівник роботи: д.с.-т.н. проф. Тонха О.Л.

Затверджені наказом від «13» 03 2023 року №366 «С»

1. Термін подання студентом магістерської роботи 2023.10.14

2. Вихідні дані до магістерської роботи: фондові матеріали господарства

Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Біологічні особливості та технології вирощування суміжного посіву ячменю та гороху.

2. Оцінка ґрунтово-кліматичних умов досліджуваної ділянки для вирощування сумішки.

3. Аналіз біостимуляторів, використаних у досліді.

4. Провести спостереження за ростом і розвитком суміжного посіву до і після внесення біостимуляторів.

5. Оцінка продуктивності ячменю та гороху у суміжному посіві.

6. Оцінка ґрунтових умов після збору врожаю.

7. Економічна ефективність вирощування сумішки ячменю з горохом.

НУБІП України

Дата видачі завдання

« 01 »

09

2023 р.

Керівник магістерської роботи

Тонха О.Л.

Завдання прийняв

(підпис)

до виконання

Шаховал Є.Д.

НУБІП України

## Анотація

Дипломна робота викладена на 60 сторінках тексту, включає 15 таблиць і 16 рисунків, складається з 5 розділів, висновків та списку джерел літератури.

Метою проведення дослідів було з'ясувати як біостимулятори впливають на продуктивність суміжних посівів ячменю з горохом, та який це матиме вплив на ґрунтові показники. Згідно різних джерел літератури, суміжні посіви – це прекрасний варіант для підвищення продуктивності земель, так як рослини з різних груп можуть доповнювати одна одну, підвищуючи різні агрономічні показники. Також, було досліджено, як різні види біостимуляторів можуть впливати на рослини, і надають позитивний ефект, особливо, при різних критичних факторах навколишнього середовища.

Встановлено, що найкращий ефект на рослини спричиняє продукт відомої компанії Яра. Завдяки біологічному компоненту, рослина стає максимально стійкою до критичних температур, посух, та підвищується імунітет до шкочодочинних об'єктів. Для досягнення вищого рівня продуктивності буде достатнє дробне внесення Яри Біотрак, у нормі 2,5 л/га. В умовах змін клімат, це найкраще рішення, не лише для суміжного посіву, але й для будь-яких культур.

При такому внесенні, продуктивність сумішки зросла на 20%, порівняно з контролем, що виявилось найвищим показником. Також, дана схема показала найвищу рентабельність, на рівні більше 120%, порівняно з іншими біостимуляторами, використаними в нашому досліді.

# НУБІП України

Зміст

РОЗДІЛ 1. ЯЧМІНЬ ТА ГОРОХ, ЯК КОМПОНЕНТИ СУМІЖНОГО ПОСІВУ .....	6
---	---

Розділ 1.1. Ботанічна та біологічна характеристика ячменю .....	6
---	---

1.2. Ботанічна та біологічна характеристика гороху посівного .....	8
--	---

1.3. Технології суміжного вирощування ячменю та гороху .....	11
--	----

1.4. Роль біостимуляторів у рості та розвитку рослин .....	16
--	----

1.5. Біостимулятори у досліді .....	19
-------------------------------------	----

РОЗДІЛ 2. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	26
--	----

2.1. Клімат досліджуваної території .....	26
---	----

2.2. Ґрунтові умови .....	28
---------------------------	----

2.3. Схема і методики дослідження .....	32
---	----

РОЗДІЛ 3. АГРОТЕХНІЧНІ ОПЕРАЦІЇ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДІЛЯНОК ПОСІВУ .....	35
---	----

3.1. Технологічні операції вирощування суміжних посівів .....	35
---	----

3.2. Оцінка стану посівів за використання біостимуляторів .....	38
---	----

РОЗДІЛ 4. ПОЖИВНИЙ РЕЖИМ ҐРУНТУ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЖИВЛЕННЯ ЯЧМІННО-ГОРОХОВОЇ СУМІШІ .....	48
--	----

4.1. Реакція ґрунтового середовища за застосування біостимуляторів .....	48
--	----

4.2. Зміна вмісту мінерального азоту, рухомого фосфору та обмінного калію за застосування різних біостимуляторів на посівах ячменю і гороху .....	50
---	----

Розділ 5. Економічна ефективність вирощування суміжного посіву .....	55
--	----

ВИСНОВКИ .....	57
----------------	----

ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА .....	59
---------------------------	----

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ. ЯЧМІНЬ ТА ГОРОХ, ЯК КОМПОНЕНТИ СУМІЖНОГО ПОСІВУ

### Розділ 1.1. Ботанічна та біологічна характеристика ячменю

Ячмінь посівний (*Hordeum sativum* Jessen) належить до родини тонконогових (*Poaceae*), триба пшеничні (*Triticeae*) [1]. Як і більшість тонконогових, або злакових, рослина ячменю має солом'яне стебло, висотою 50-100 см, в залежності від сорту та технології вирощування, ланцетовидне листя, суцвіття колос та мичкувату кореневу систему. До ознак, що відрізняють його від інших зернових колосових, можна віднести: кількість зародкових корінців (4-7 шт.) значно ширші листки, ніж, наприклад, у пшениці, короткий язичок без зубчиків, та досить великі вушка, які охоплюють соломину та заходять один за одне [3].



Рис. 1.1. Ячмінь ярий у фазі молочна-воскова стиглість, с. Пшеничне, Фастівський р-н, Київська обл.

У виробництві вирощують два основних підвиди ячменю: ячмінь дворядний та ячмінь багаторядний. Належність до певного підвиду залежить від кількості плодоносних колосків на членнику стрижня колоса. Вони різняться між собою плівчастістю, остистістю, зазубленістю остюків, щільністю колоса та його забарвленістю [2].

Завдяки багатому хімічному складу ячмінь знайшов широке застосування у світі. З ячменю з гарними якісними показниками (високою класністю) виробляють крупу та борошно, яке додають у якості домішки до пшеничного чи житнього. Фуражне ж зерно ефективно застосовуються у годівлі тварин, завдяки

високому вмісту вітамінів та амінокислот, зокрема лізину, який відсутній у інших зернових. Також, одне з найбільш поширених використання ячменю — це пивоваріння. Задля продуктивного процесу, зерно ячменю повинно підпадати під певні показники, наприклад: високий вміст крохмалю (82-85%) та низький вміст

білку (до 10%), це важливо, щоб отримати якісний кінцевий продукт [4]. Врожаї з такою характеристикою зазвичай отримують на Західній Україні, чому сприяють нижчі температури влітку, та більша кількість опадів.

Якщо розглянути більш детально біологічні особливості ячменю, то можна зазначити, що вони схожі, як і в більшості зернових колосових культур. Насіння

ячменю починає проростати при температурі 1-2 С, а сходи можуть витримувати приморозки до -6 С. Хоч ячмінь невимоглива до тепла рослина, для нормального росту та розвитку необхідна температура в межах 12-20 С, це сприятиме швидкому куццю та формуванню колоса. Також, особливість ячменю полягає

в тому, що він має високу стійкість проти високих температурах, які можуть досягати навіть 40 С, тому, ця культура знайшла своє застосування у Південних частинах України [5].

Ще один фактор, що зробив ячмінь відмінною культурою для вирощування в Південних регіонах, це його висока посухостійкість та не висока вимогливість до вологи. Але, звісно, під час критичних періодів, а саме: вихід в трубку та

колосіння, рослини відчують найбільшу потребу у поглинанні води, так як у разі її нестачі буде проблема з розвитком репродуктивних органів [6]

Хоч ячмінь і невибагливий до вологи та тепла, про ґрунтові умови можна сказати лише протилежне. Рослини ячменю ростуть краще на ґрунтах з нейтральною або дуже слабкою кислотністю, і з достатнім удобренням.

Найінтенсивніше ярий ячмінь поглинає поживні речовини впродовж періоду від фази кушення до початку колосіння, залежно від ґрунтового-кліматичних умов, технології вирощування та біологічних особливостей сорту він може тривати 25-30 діб. [7]

Зрештою ячмінь доволі популярна та важлива культура у сільському господарстві, але, на жаль, через низьку економічну ефективність та зменшення попиту на сировину, багато хто відмовляється від вирощування даної культури.

Отже, застосування ячменю, як компоненту у суміжних посівах, зможе надати нового, важливого значення для його подальшого вирощування, як на кормові, так і на продовольчі потреби.

## 1.2. Ботанічна та біологічна характеристика гороху посівного

Горох посівний (*Pisum sativum*) – це однорічна трав'яниста рослина, яка відноситься до родини бобових (*Fabaceae*). Рослина має стрижневу кореневу систему, стебло чотиригранної форми, порожнисте всередині, через що схильне до вилягання, на якому розміщені перисті листки з прилистками, які закінчуються розгалуженими вусиками. Квітка складається з п'яти пелюсток, суцвіття – звичайна китиця. Плід – біб [10]





Рис. 1.2. Горох у фазі цвітіння, с/Пущицьке, Фастівський р-н, Київська обл.

Як і для всіх бобових, гороху характерна наявність бульбочок на кореневій системі, які спричинені діяльністю бульбочкових бактерій. Хоч вони й наявні у всіх бобових рослин, та по своєму виду різняться. Наприклад, саме на горосі симбіотують бактерії роду *Rhizobium leguminosarum*. [11] Як і більшість бульбочкових бактерій, цей вид здатний фіксувати вільний азот з повітря. Найкраще їхня ефективність зображена у багаточисленних дослідах, де насіння гороху инокулювали *Rhizobium leguminosarum*. Результати показали, що як коренева система, так і надземна маса мали більші показники, порівняно з контролем. Крім того, підвищилися кількість та маса бульбочок, та збільшився вміст хлорофілу. [12]

Горох набув доволі широкого застосування по всьому світу, а площі під його посів займають приблизно 65 % від усіх бобових у світі. [8] В Україні ж лідером по вирощуванню гороху являлася Запорізька область, проте через повномасштабне вторгнення площі значно скоротилися, тому у 2022 році лідером по даній культурі стала Одеська область, посіявши загалом 21 тис. га. Також,

згідно даних посівної кампанії 2023 року, загальні площі гороху знову трохи збільшилися, порівняно з 2022 року, до 139 тис. га. [9]

Якщо брати до уваги Київщину, то тут горох далеко не найпопулярніша культура, через те, що рентабельність її не така висока, як, наприклад, в ріпаку, чи соняшнику. Але все ж є господарства, де горох знайшов собі постійне місце у сівозміні. Наприклад, ТОВ Саланг-агро, що знаходиться на Лівому березі Київщини, виділяють під горох 10% від своїх загальних площ. Тут цю культуру дуже люблять саме за те, що це прекрасний попередник та відмінне джерело азоту, що доволі актуально, при теперішній ситуації на ринку добрив. [13]

Якщо взяти до уваги біологічні умови, то горох доволі невибагливий до тепла. Насіння може почати проростати вже при температурі 1-2 С, а сходи здатні витримати приморозки до -7 С. Проте, для нормального росту та розвитку необхідна оптимальна температура на рівні 18-20 С. Стосовно вологи, то тут горох значно вибагливіший, для бубнявіння насіння йому потрібно поглинути близько 115% води відносно сухої маси. Тому, найкращих врожаїв досягають у більш вологих регіонах. На більш сухіших (південних) територіях віддають перевагу озимому гороху, та як там тепліші зими, і буде насичення вологи взимку, тоді як на Західних та Північних територіях переважно вирощують ярий горох. [14]

Горох доволі вимогливий до умов ґрунту, переважно через бульбочкові бактерії, яким потрібні певні умови для нормального розвитку. Наприклад, їм потрібна оптимальна температура та вологість ґрунту, оптимальне надходження калію, фосфору та інших елементів, рН ґрунту повинен бути не менше 5,5. Якщо горох висівається у кислі ґрунти, необхідно провести обробку молібденом, так як він відіграє важливу роль у життєздатності та функціонуванні бульбочкових бактерій, бо входить до складу ферментів, які беруть участь у фіксації азоту. [15]

Порівнявши біологічні особливості гороху з біологією ячменю, можна сказати, що в них є доволі багато спільних вимог до умов вирощування. Також,

проблемні частини один одного вони зможуть доповнити за рахунок суміжного вирощування.

### 1.3. Технології суміжного вирощування ячменю та гороху

Суміжні посіви це практичне вирощування двох або більше культур на одній ділянці. Найважливіша мета вирощування суміжних посівів – це отримання вищої врожайності, за рахунок ефективнішого використання ресурсів, які у випадку вирощування однієї культури, можуть бути втрачені або не використані.

Прикладами таких сумішей може бути спільна сівба культури з глибоким корінням, та мілким відповідно. Існує різні типи стратегії з вирощування культур суміжно, як однорічних, так і багаторічних. [16]

Існує декілька видів суміжного вирощування культур, залежно від характеру росту та технології вирощування:

- 1) *Паралельний посів* – це коли посіяні культури не конкурують між собою;
- 2) *Супутні посіви* – коли врожайність обох культур буде дорівнювати врожаю однієї культури, зазвичай, використовується у випадку, щоб запобігти повній втраті врожаю;
- 3) *Багатопверховий посів* – вирощування культур, які мають різну висоту.

Коли фермер висіває разом різні види рослин, він повинен неодмінно взяти до уваги, певні чинники, а саме: щільність рослин на полі, їхню архітектуру, необхідний період для дозрівання, та зрошення, доступність сонячного світла та поживних елементів. Згідно інших джерел, суміжні посіви можна також поділити на такі типи:

**Рядковий посів** - як можна зрозуміти з назви, суть полягає у висіванні рослин рядками, Найкращим поєднанням для даної технології є спільне вирощування злакової та бобової культури. Наприклад, кукурудза з соєю, або ячмінь з горохом, як у нашому випадку.

**Стрічковий посів** - практика застосування такого типу посіву полягає в тому, щоб залишати достатньо широкі ділянки землі для проведення механічного обробітку. В США така технологія застосовується переважно під час вирощування пшениці, сої та кукурудзи, по шість рядків кожної.

**Алейне вирощування** - дана технологія полягає у посіві культур між дерев, чи кущів. За рахунок високих та потужних рослин, менші культури захищені від надмірних сонячних променів та потужних вітрів. Також, це знижує ризики ґрунтової ерозії, завдяки потужній кореневій системі дерев'янистих рослин.

**Змінний посів** - у даній технології висівають декілька видів рослин, але в різний час, після того, як перша культура зацвіте. Таке вирощування економить час та ресурси, але при умові, що наступна культура буде стійка до затінення іншою. Прикладами таких систем може бути кукурудза та бавовник, або нут та гірський рис. [17]

Також, у техніці вирощування суміжних посівів, популярне висівання так званих захисних культур, або культур-пасток. В першу чергу, такий захід спрямований на боротьбу з шкідниками, а саме відлякування їх завдяки репелентним властивостям рослин. Або, навпаки, рослину використовують, як приманку, щоб відвернути увагу від основної культури. Такі технології зазвичай поширені при вирощуванні овочевих культур, та при екологічному землеробстві, так як неможливе застосування хімічних засобів захисту рослин.

У нашому випадку, особливо увагу варто приділити вирощуванню суміжних посівів ячменю та горох. Настає питання, чому саме така суміш, і чим вона така особлива. Насправді ж, відповідь була дана вище - так як ці культури різняться своїм ботанічним класом та біологічними особливостями, у суміжному посіві вони зможуть доповнювати один одного.

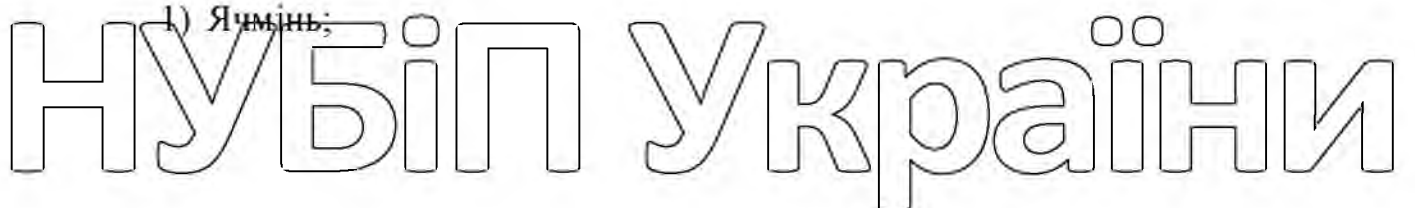


*Рис. 1.3. Суміжний посів ячменю з горохом, с. Єрківці, Бориспільський р-н, Київська обл.*

Наприклад, це запорука стабільних врожаїв на виробництво білку. Ячмінь перш за все запобігає вилягання гороху, цим самим зменшуючи втрати при комбайнуванні. Також, як і більшість злакових культур покращує ґрунтовий покрив, зменшуючи забур'яненість посівів. [18]

Було проведено безліч дослідів із суміжними посівами ячменю та гороху. В кожному з них, було розглянуто певний чинник, на який впливає таке компонування культур. Наприклад, люди стикалися з проблемою зниженню продуктивності земель, за рахунок зменшення вмісту органічного вуглецю та азоту при вирощування ячменю. Тому, вирішили перевірити, наскільки додатковий посів гороху до ячменю, зможе підняти дані показники. Взяли 3 варіанта дослідів:

1) Ячмінь;



2) Ячмінь + горох (1:1),

3) Ячмінь + горох (2:1)

В підсумку, суміжні посіви показали вищу продуктивність від 12 до 32%, порівняно з контрольним. При вирощування в пропорціях 2:1, був досягнутий найвищий показник продуктивності – 5,9 т/га. Рослини ячменю у суміжному посіві мали значно більшу кількість біомаси, білку в зерні та показники рівню вуглецю в ґрунті, порівняно з вирощуванням, як самостійну культуру. В той час як горох показав підвищене формування бобів (27-45%), та покращену фіксацію азоту з ґрунту.

Якщо звернути увагу на вирощування гороху, як самостійну культуру, то найбільша проблема, з якою стикається більшість фермерів – недостатня покривна площа, через що підвищується забур'яненість. Тим самим, бур'яни знижують продуктивність гороху, впливаючи як на кількісні, так і на якісні показники. При вирощування ячменю, як допоміжної культури, врожайність гороху значно підвищується, що показують видробування, які проходили в Швейцарії протягом кількох років. [19] Виходячи з даних багаторічних досліджень, були зроблені певні рекомендації для вирощування суміжних посівів ячменю та гороху:

- В першу чергу, насіннєве ложе повинне бути не занадто розпушене, потрібно досягнути кращого споживання води рослиною, з нижніх шарів ґрунту. Звісно, технологія залежить від обробітку ґрунту, тому, на легких доцільно було б провести мульчування, тоді як на важких, оранку або глибоке розпушування.

- Якщо у сівалки лише один резервуар, то потрібно дотримуватися однорідності суміші перед висівом. Якщо ж два і більше, то потрібно закладати насіння окремо.

- Сівбу потрібно проводити не занадто рано, щоб рослини гороху входили в зиму не перерослі (якщо озимі культури). Сіють зазвичай з міжряддям 12

см, з глибиною загортання 3-4 см, в один або різні рядки, залежно від технології вирощування.

Боротьби з бур'янами зазвичай не потрібно проводити, але у разі високого ризику забур'яненості доцільно провести обробку бороною.

- Азотні добрива також не потрібно вносити, за рахунок фіксації азоту бульбочковими бактеріями на кореневій системі гороху. Зрошення також можна проводити виключно у посушливі роки.

- Щоб уникнути «втоми» ґрунту, краще повертати таку суміш на те саме місце лише на сьомий рік, та не рекомендується вирощувати інші бобові культури протягом цього терміну.

Найкращу результативність суміжного вирощування посівів гороху та ячменю показано в дослідях, які проводилися в південній частині Онтаріо. Суть полягала у визначенні врожайності, коефіцієнту земельного еквіваленту (LER), вмісту білку у зерні та споживанні азоту. Було взято десять варіантів досліду: вирощування гороху та ячменю, як суміжно, так і поодинокі, з додаванням різних норм азотного добрива, а саме карбаміду. [20]

Дане дослідження показало, що додавання певних норм азоту сприяє підвищенню врожайності ячменю, як в самостійному посіві, так і в суміжному.

Але при цьому, азотні добрива негативно відзначаються на врожайності гороху.

Також горох має більшу продуктивність при вирощуванні у різних рядках з ячменем. А саме, найвищий загальний показник врожайності був у випадку

посіву ячменю з горохом у різних рядках, та при додаванні 20 кг азоту у діючій

речовині – 35,67 ц/га. Врожайність ячменю була 21,47 ц/га, а гороху – 14,2,

відповідно. Далі, при збільшенні норм азоту, спостерігалось незначне підвищення врожайності ячменю, але зниження врожайності гороху. Можна ще раз

підтвердити, що високі норми азотних добрив погіршують продуктивність зернобобових культур.

Коли досліджували білок у зернах культур, то найкращі результати по загальному виходу білку, було досягнуто за вирощуванням ячменю з горохом у різних рядках з виєсенням азотних добрив не більше 20 кг/га д.р. Дані результати можуть підтверджувати позитивний ефект від бульбочкових бактерій, які містяться на кореневій системі гороху. Можна зауважити, що при вирощуванні ячменю одинарно, навіть при дозуванні 80 кг діючої речовини азоту, вміст білку був нижчий, ніж при суміжному посіві ячменю з горохом у різних рядках з додаванням 20 кг азоту в діючій речовині. Це свідчить про те, що завдяки азотфіксуючій особливості гороху, азот потрапляє поступово і постійно, особливо, коли це критично потрібно.

#### **1.4. Роль біостимуляторів у рості та розвитку рослин**

У рослинних угрупованнях різні види рослин ростуть, розвиваються та розмножуються за певних екологічних умов. Знаючи клімат, режим вологості ґрунту, поживний режим тощо, можна передбачити продуктивність певної рослини. Також, навпаки, можна оцінити умови ділянки, знаючи продуктивність.

Одна з основних цих умов, що забезпечує нормальний ріст, розвиток та продуктивність рослин – поживний режим ґрунту. В його основу входить вміст доступних елементів живлення: азоту, калію, фосфору, сірки, кальцію, та інших макро- та мікроелементів, що знаходяться у кореневмісному шарі ґрунту протягом всієї вегетації рослин. Кожного року культури виносять значну кількість поживних речовин, які потрібно компенсувати добривами, або іншими джерелами надходження поживи в ґрунт. Зважаючи на те, що використання добрив достатньо затратна частина процесу вирощування культур, з'являється тенденція забезпечити максимально ефективне використання добрив та поживних речовин в ґрунті рослинами. [21]

З цим завданням чудово можуть впоратися біостимулятори. Біостимулятори застосовують, щоб знизити негативний вплив навколишнього



середовище та покращити, безпосередньо, засвоєння живильних речовин. Існує безліч видів біостимуляторів, як природні, так і синтетичні речовини, які можна вносити по насінню, в ґрунт перед посівом, або фоліарно протягом вегетації рослин. Ці речовини викликають зміни в життєво важливих процесах, щоб впливати на ріст рослин шляхом підвищення стійкості до абіотичних стресів, підвищення врожайності та покращення якості насіння або зерна. Крім того, як зазначалося вище, біостимулятори зменшують потребу в добривах.

Абіотичний стрес є проблемою росту та продуктивності рослин у наш час.

Тим паче, у наш час, коли клімат змінюється, рослини все більше пошкоджуються через надмірно високі температури, посуху тощо. Всі ці негативні чинники спричиняють величезні втрати врожаю в усьому світі. Тому, щоб максимально мінімізувати ризики та запобігти втрагам, все частіше інтегрують біостимулятори у технології вирощування сільськогосподарських культур.

Абіотичним стресам можна запобігти шляхом оптимізації умов росту рослин, тобто: забезпечення водою, поживними речовинами та регуляторами росту рослин (ауксини, цитокініни, гіббереліни, стриголактони та брасикостероїди). Рослинний гормон ауксин являється ключовим регулятором багатьох аспектів росту та розвитку рослини.

Включаючи поділ та розтягування клітин, диференціацію, старіння, апікальне домінування, опадання листя, та цвітіння. Якщо брати до уваги цитокініни, то вони, в основному, відповідають за поділ клітин. Але відіграють чималу роль у розвитку судин, апікальному домінуванні та мобілізації поживних речовин, особливо, у компанії ауксинів. [22]

Як правило, біостимулятори виробляються як суміш природних та синтетичних речовин, до складу якої можуть входити фітогормони, амінокислоти, мікроелементи, екстракти водоростей, органічні сполуки, фульво- та гумінові кислоти, вітаміни та інші хімічні речовини. При правильному використанні, всі вони чинять позитивний ефект на фізіологічні процеси, покращуючи ріст та

розвиток. Також, підвищують стійкість до таких негативних факторів, як нестача вологи, соляні розчини, токсичні елементи, як наприклад алюміній.

Наприклад, біостимулятор, який містить цитокініни та гіберелінову кислоту, при обробці насіння, збільшив відсоток сходів у бавовника звичайного (*Gossypium hirsutum L.*), а також збільшив площу листя, висоту та ріст сіянців.

Екстракти водоростей дозволили збільшити урожай насіння сої культурної (*Glycine max*). [23]

Біостимулятори пропонують фермерам потенційно новий підхід до регулювання фізіологічних процесів у рослинах, тим самим покращуючи

надходження елементів в рослину з ґрунту та добрив. Ефекти біостимуляторів можуть бути досить неоднозначними, тому що можуть впливати безпосередньо на рослину, або мати вплив на ґрунт і мікробіом, тим самим підвищуючи

продуктивність вже самих рослин. Тому, як існує безліч біостимуляторів, так і існує безліч підходів та причин застосування їх, на основі яких було проведено безліч досліджень. Особливо актуальні ризики в наш час – це нестача вологи та надмірно високі температури.

У зв'язку зі зміною клімату, по всьому світу, розповсюджене явище, таке як посуха. Особливо, в посушливих та напівпосушливих регіонах. Стрес від

цього фактору є досить небезпечним, так як призводить до змін у фізіологічних, морфологічних та біохімічних процесах рослин. Крім того, це негативно впливає на кількісні та якісні показники продуктивності. Кожна рослина реагує на стрес від посухи по-різному, в залежності від тяжкості та тривалості дефіциту води, і також виду, віку та стадії розвитку рослини.

При застосуванні біостимулятора по насінню, чи на ранніх стадіях росту та розвитку рослин, стимулюють утворення та ріст кореневої системи, особливо на ґрунтах з низькою родючістю та малим вмістом вологи. Таким чином, проростки швидше вкорінюються та ефективніше поглинають вологу та поживні елементи з ґрунту. Такі продукти, особливо органічні, зменшують потребу рослин у

добривах, підвищуючи їх продуктивність і стійкість до водного та кліматичного стресу. [24]

Коли рослина піддається стресу, через недостатню вологу, її клітини пошкоджуються вільними радикалами, але при використанні біостимуляторів, підсилюється дія антиоксидантів, які вже в свою чергу, зменшують токсичність цих радикалів, тобто, підвищують захисну систему рослин. Література підтверджує те, що завдяки підвищеному рівню антиоксидантів, в рослині покращується ріст кореню та пагону, так як підтримується високий вміст води в листках. [25]

### 1.5. Біостимулятори у досліді

Для проведення досліді було взято 7 видів різних біостимуляторів, які дещо різняться своїм походженням та особливостями, але мають одну мету, досягнути максимальної продуктивності культури, або, як у нашому випадку, двох культур.

Біочар, або біовугілля – це тверда сполука, що була отримана в результаті піролізу біомаси. Цей матеріал, насичений вуглецем та порами, знайшов широке вікно застосування, серед яких найбільш для нас цікаве – підвищення родючості ґрунту та покращення росту та розвитку рослин. [26] В першу чергу, внесення біовугілля в ґрунт може максимально покращити вміст вуглецю, та зменшити викиди чистого вуглекислого газу. Цим самим, покращити продуктивність сільськогосподарських культур, за рахунок покращення фізико-хімічних та біологічних процесів, зменшити денітрифікацію та забруднення ґрунту. Також, при видаленні біомаси рослин з ґрунту, тепер можна не перейматися за втрачені органічні сполуки, так як ми їх з легкістю повернемо назад в ґрунт.

Найактуальніше це для виробництва енергетичних рослин. [27]

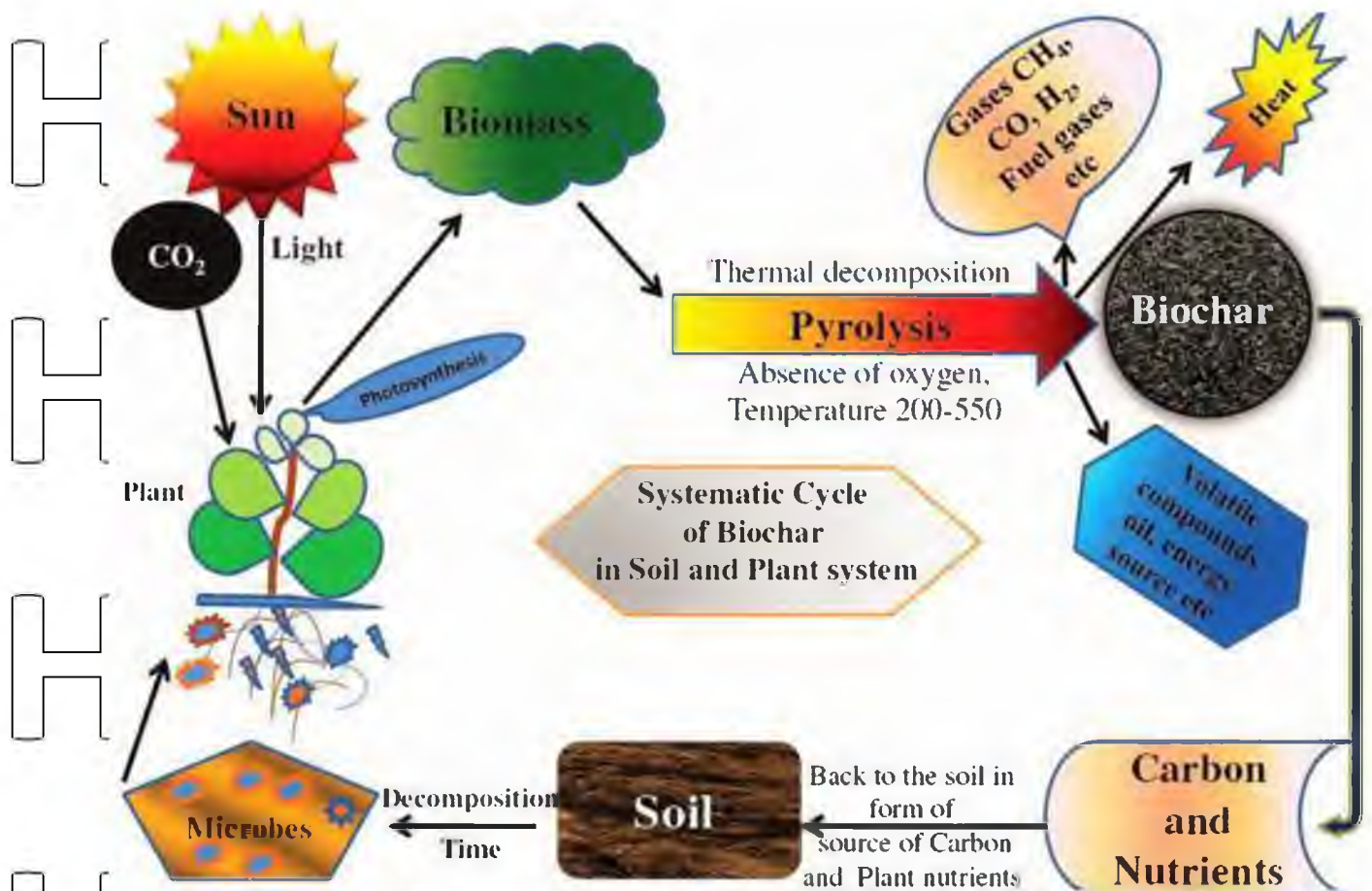


Рис. 1.4. Потенційний механізм біовугілля у ґрунті та рослині

Щоб довести ефективність біовугілля на ділі, було проведено безліч дослідів. В першу чергу, звернемо увагу на дослід, де порівнювали ефект біовугілля на врожайність різних культур, на різних ґрунтах.

Результати, які вони спостерігали, доволі різнилися, але практично у всіх випадках, було досягнуто значно вищої врожайності, порівняно з контролем.

Приріст по пшениці сягнув +250%, порівняно з контролем, при нормі 10 т/га біовугілля. Біомаса реднеки, при нормі 100 т/га підвищилася на 266%, при додаванні 100 кг др азоту. [28]

Також, було проведено дослідження по впливу біочару на умови поживного середовища ґрунту, та на його фізико-хімічні показники, після вирощування ячменю. Даний дослід був лабораторний, проведений у спеціальній ємності, у першій лише був ґрунт, у другій ґрунт з часткою

біовугілля 1%, та третя сміська з часткою біовугілля 3%. [29] Перед цим дослідили показники ґрунту, та порівняли їх із зразками відібраними після закінчення вирощування культури.

Було помітно, що біовугілля підвищує електропровідність та вміст органічної речовини в ґрунті. Найбільш вагомий вплив зазнав вміст органічної речовини, що підтверджує наявність великої кількості органічних сполук в нашому біостимуляторі. Збільшення концентрації біочару мало незначний вплив на кислотність ґрунтового середовища, а саме підвищило його з 7,58 до 7,7.

Різниця між вміст органічної речовини у контролі, та при внесенні біочару складала більше 4 г/кг. Не менш цікаві результати були по вміст доступних форм азоту, фосфору та калію.

Було видно, що біовугілля має значний вплив на вміст обмінного калію в ґрунті, але значно зменшує вміст доступного фосфору. Скоріш за все, це зумовлено тим, що біовугілля має в собі високий вміст калієвих сполук та карбонатів кальцію, а саме останні можуть блокувати доступні форми фосфору. Тому, потрібно на це звертати увагу, особливо, коли ґрунти вже високо карбонатні. Якщо бути точним, то вміст доступного фосфору знизився вполовину, після внесення біовугілля, порівняно з контролем, калій ж навпаки – майже вдвічі збільшився показник. Що стосується азоту, була цікава тенденція, що при концентрації 1% біочару, вміст доступного азоту збільшився на майже 6 мг/кг, а вже при підвищенні концентрації до 3%, знизився на 5 мг/кг, рахуючи від меншої концентрації.

*Вермикомпост, або біогумус* – це універсальний біологічний стимулятор, який широко застосовується по всьому світу у сільському господарстві. Це продукт процесу аеробної біодеградації органічних речовин, в якому беруть активну участь дощові червяки. Вони споживають органічні речовини, тим самим прискорюючи процес деградації, і в результаті, отримується багатий на поживні речовини біогумус. [30]

Вермикомпост користується доволі великою популярністю саме за рахунок того, що поєднує корисне та екологічно чисте. Саме виробництво біогумусу повністю екологічне та економічно вигідне, тому він і користується перевагою поміж інших добрив, або біостимуляторів. Для того, щоб довести його ефективність, науковці проводили досліді, для визначення його впливу на рослини та ґрунт.

Один з них був проведений в Китаї, провінція Джангсу. [31] В ньому досліджували вплив біогумусу, при різних нормах внесення, а саме: 0, 25, 50, 125, 250 т/га, на врожайність біомаси та зерна ячменю, його висоту, та на вміст азоту та фосфору. Дослідження проводилися на болотяному, засоленому ґрунті.

Аналізуючи дані досліджень, можна було спостерігати неймовірний вплив біогумусу на показники продуктивності рослини та поживний режим ґрунту. Із збільшення норми внесення, усі показники суттєво підвищилися, навіть в таких критичних ґрунтових умовах. При нормі 250 т/га врожайність зерна збільшилася у 6 разів, порівняно з контролем, а вихід загальної біомаси – у 8 разів. Також, зросли вгору показники по доступності фосфору та азоту, що ще раз підтверджує високий вміст органічних та мінеральних речовин у вермикомпості. Якщо розглядати більш детально, то висота рослин збільшувалася, відповідно від норми внесення: 24, 33, 37, 43, 53 см. Врожайність біомаси зросла від 0,77 до 6,46 т/га, а врожайність зерна – від 0,38 до 2,36 т/га.

При нормі вермикомпосту 250 т/га вміст загального азоту зріс у 5 разів, порівняно з контролем, а вміст легкогідролізованого азоту – більш ніж в 5 разів.

Що стосовно калію та фосфору, то показники піднялися від 0,52 до 0,88 мг/кг та від 27,8 до 228,9 мг/кг. Можна помітити, що вміст фосфору піднявся ледь не вдесятеро.

Також, цікаво було глянути ефективність даного продукту у посівах гороху, тому були знайдені декілька дослідів, які знову ж гарно демонструють вплив біогумусу на врожайність та вміст макроелементів, разом з калієм. В

порівняння взяли як звичайний вермикомпост, так і збагачений, і, звісно, мінеральні добрива. [32]

По оприлюдненим результатам спостерігалося, що 5 т/га вермикомпосту здатні замінити добриво у дозах  $N_{20}P_{60}K_{50}$ , що дуже корисно при застосування органічного землеробства. Звісно, найвищі показники вдалося досягнути при додаванні як добрива, так і вермикомпосту, але збагаченого. Трохи менші показники були при поєднанні тієї ж дози мінерального добрива та звичайного вермикомпосту.

Якщо порівнювати вплив різних видів добрив та біогумусу, і їх суміші на агрохімічні показники та кислотність ґрунту, то спостерігаємо, що у всіх випадках, кислотність ґрунту знижується від 0,1 до 0,14. Азот, калій, та фосфор у всіх випадках підвищився показник.

Знову ж таки, найвищі показники спостерігаємо у варіанті  $N_{20}P_{60}K_{50}+$  збагачений вермикомпост, 2,5 т/га. Але, врешті, підбивши підсумки, можна стверджувати, що біогумус може слугувати чудовою альтернативою мінеральному добриву, або підсилювати його, додаючи більше органічної речовини в ґрунт.

*Залишки комах (Фрасс)* - даний термін у сфері сільського господарства був задекларований відносно недавно, тому даний продукт наразі не такий популярний як той самий біогумус, чи біовулля, але це не робить його менш ефективним. Саме розуміння «фрасс» означає суміш екскрементів отриманих від вирощених комах, їх частин, мертвих яєць, та вмістом мертвих комах не більше як 5% за об'ємом та 3% за масою (згідно регулюванням ЄС в 2021 році).

Застосування фрассу доволі ефективно, як з економічної точки зору, так і з агрономічної. По-перше, це безвідходне виробництво, так як, продукт від вирощування комах назад потрапляє в ґрунт, та спричиняє позитивний ефект на функціонування рослин. [33] Наприклад:

Цей компонент забезпечує грунт макро- та мікроелементами, і по своїй концентрації NPK має схожість до гіюю, або пташинного посліду. А найголовніше те, що всі поживні елементи містяться у доступній для рослини формі.

- Фрасс містить також величезну кількість органічної речовини, що позитивно впливає на мікробіологічну активність в ґрунті та підвищує вміст органічного вуглецю.

- Звісно ж, як і всі біостимулятори відходи комах підвищують стійкість рослин до абіотичних стресів та ураження патогенами. Також, існує гіпотеза, що фрасс може проявляти інсектицидні властивості, так як після його застосування зменшилася кількість дротяника.

Як приклад, ефективності фрассу, можна навести дослід, що проводили при застосуванні відходів Львинки чорної (*Hermetia illucens*) на рослинах капусти Пакчой[34]

Згідно цих даних, спостерігасмо, що вміст фрассу 15%, доволі сильно покращив вміст фосфору та калію в ґрунті. Також, гарний показник при вмісті фосфору у листку, але низький вміст калію у цьому випадку. Звісно ж, найвищі показники відбулися у варіанті - ґрунт + компост (2:1) + рідке органічне біодобриво, 2,5 мл/л. При цьому ж найбільша загальна вага рослини була досягнута при концентрації фрассу 10%, якщо не брати до уваги останній варіант досліджу.

Отже, за літературним аналізом біостимулятори мають вплив на родючість ґрунту, позитивно впливає на ґрунтові показники і продуктивність суміжних посівів. Але в Україні інтерес до вирощування сумішок зменшився, тому ми вирішили дослідити вплив біостимуляторів на родючість ґрунту і урожайність сумішки.

Робота виконувалась за підтримки Horizon Europe Framework Programme (HORIZON) under the grant agreement No101079308 conducted as part of the



ECOTWINS (Research Capacity Building and Upskilling and Upgrading the Research Team in NUBiP (Ukraine) on Agroecological Intensification for Crop Production) project

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 2. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

### Розділ 2.1. Клімат досліджуваної території

Дослід було закладено у Відокремленому підрозділі Національного університету біоресурсів і природокористування України «Агрономічна дослідна станція». Дана станція розташована у с. Пшеничне, Білоцерківського району (колишній Васильківський район), Київської області. Так як це частина Правобережного Лісостепу України, то і клімат тут помірно континентальний, що притаманно для територій такої зони. Помірно тепла та тривала зима, достатньо тепле та вологе літо. Тривалість безморозного періоду може коливатися від 160-165 днів, а сума активних температур може сягати 2700 С. Іноколи існують ризики інтенсивних зливових дощів, грози, гради, та навпаки, суховії, пилові бурі, посуха. (44)

Нижче наведені дані максимальної, мінімальної та середньодобової температури, починаючи з вересня 2022 року до серпня 2023 (45). Згідно цих даних можна спостерігати, що найжаркшим місяцем був серпень, а найхолоднішим – грудень, за середньодобовою температурою. Найвища температура 36,6 С була також в серпні, і найнижча – -10,4, у лютому. У таблиці 2.1 наведено максимальну, мінімальну та середньодобову температуру за період дослідження помісячно 2022-2023 рр.

Табл.2.1. Максимальна, мінімальна та середня добова температура помісячно 2022-2023 рр.

Місяць	Макс. t, °С	Мін. t, °С	Серед. t, °С
Вересень	22,8	5,4	12,9
Жовтень	22,2	0,6	10,8
Листопад	14,2	-3,2	4
Грудень	10,9	-9,1	-0,2
Січень	12,5	-9,2	0,1
Лютий	10,1	-10,4	0,3
Березень	20,3	-4,1	5,3
Квітень	21,8	1,7	10
Травень	29,8	5,1	16,5
Червень	33,1	6,1	20
Липень	34,9	12,6	22
Серпень	36,6	13,1	24,1

Стосовно опадів, то червень та липень були найвологішими, за два місяці випало більше 220 мм, а от у травні опадів практично не було, що негативно вплинуло на налив зерна озимих культур. Також, можемо спостерігати низьку кількість опадів у зимовій період, і їхню компенсацію у квітні місяці.

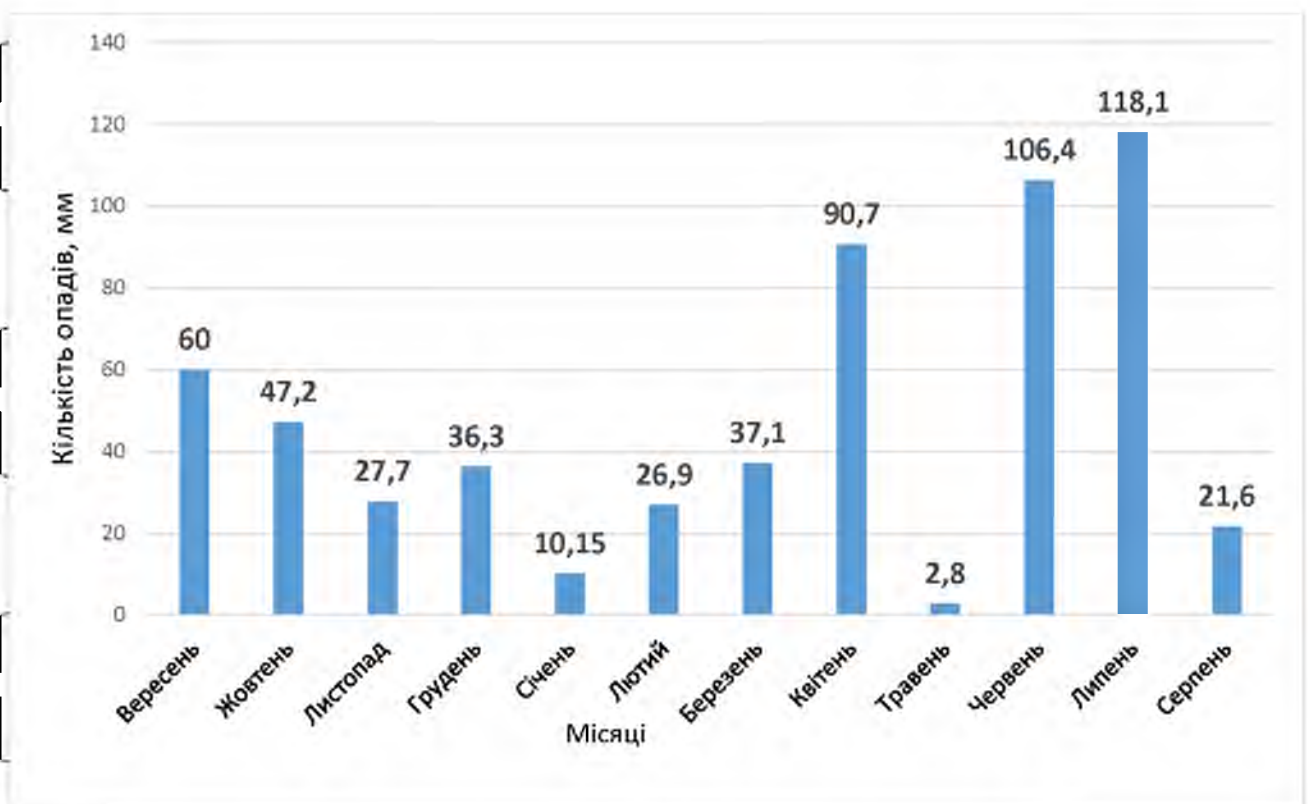


Рис. 2.1. Графік атмосферних опадів помісячно, 2022-2023

Отже, цього сезону виявилися сприятливі погодні умови для більшості культур. Хоча, через інтенсивні опади у квітні, доводилося затягувати посівну, але зате вологи було вдосталь для нормального епоживання озимих культур, та для отримання дружніх сходів ярих ранніх культур. Для суміжного посіву гороху з ячменем, погодні умови виявилися не паганими, весняних опадів було достатньо для нормального проростання, та вистачило у найбільш критичні до вологи фази.

## 2.2. Ґрунтові умови

Правобережжя Київщини багате на різні типи ґрунтів, від болотних, і до чорноземів типових. Найбільш цінними вважаються, звісно, чорноземи типові. Чорноземи – багаті ґрунти, насичені основами, із зернистою або грудкуватою структурою, чорного кольору їм надає гуматний тип гумусу. Зазвичай даний тип ґрунту формується у суббореальному або континентальному кліматі, з

непроливним типом водного режиму. Рельєф може бути як рівнинний, так і горбисто-хвилястий, як у нашому випадку. Ґрунтоутворні породи, на яких формуються чорноземи, це переважно леси, або лесовидні суглинки, а поверхня зазвичай густа травяниста рослинність з потужною кореневою системою. (46)

Відомо що, при чорноземоутворенні відбуваються два найголовніших процеса.

Перший – дерновий, під час якого проходить акумуляція гумусу, поживних речовин, та утворення водостійкої структури ґрунту. Основні причини цього процесу такі:

1) Біологічний кругообіг речовин під травянистою рослинністю, так як практично вся кількість поживних речовин повертається в ґрунт з відмерлими рештками.

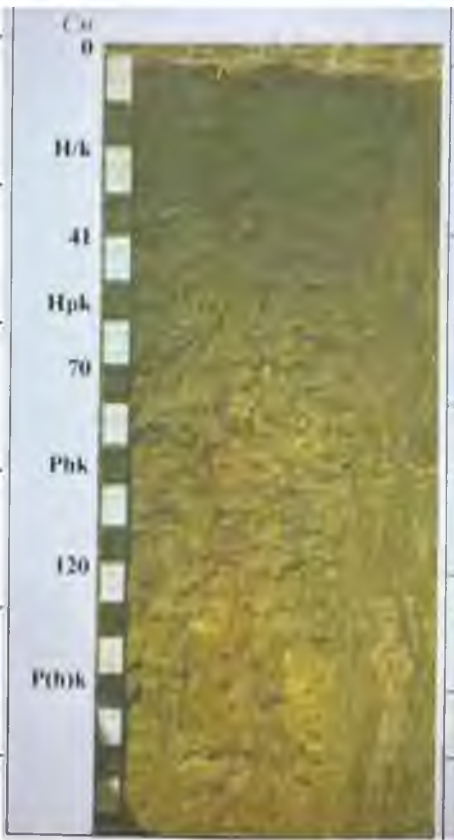
2) Кліматичні умови сприяють тому, що весною та восени йдуть активно процеси розкладу, мінералізації та гуміфікації, а влітку та взимку – закріплення вже утворених гумусових речовин.

3) Також, завдяки карбонатній материнській породі, ґрунт насичується кальцієм, що допомагає утворенню стійких органо-мінеральних сполук, та формуванню водостійкої структури ґрунту.

4) Біологічна активність живих організмів ( гризунів, черв'яків)

Другий процес – це міграція гідрокарбонату кальцію в профілі. Саме тому, у чорноземі високий вміст колоїдів кальцію та нейтральна або слабо лужна реакція ґрунтового середовища.

Наслідки перелічених вище процесів, можна спостерігати по профілю чорнозему типового. Цей тип ґрунту має потужний гумусований профіль, який може сягати більше 80 см, та неглибоке залягання карбонатів. За гранулометричним складом переважно суглинкові, мають високий вміст гумусу, гуматного складу. (47)



України

України

України

Рис. 2.2. Булова профілю чорнозему типового  $\text{O}$  крупнопилувато-середньосуглинкового на карбонатному лесі

Профіль	Глибина, см	Опис
H(k)	0-41	Гумусовий, темно-сірий, крупнопилувато-середньосуглинковий, 0-27 см — орний, порохувато-грудкуватий, рихлий, 27-41 см — підорний, ущільнений, перехід поступовий
Hpk	42-70	Верхній перехідний, добре гумусований, карбонатний, темно-сірий, крупнопилувато-середньосуглинковий, неміцнозернисто-грудкуватий, рихлий, перехід поступовий
Phk	71-120	Нижній перехідний, слабо і нерівномірно гумусований, карбонатний, сіро-бурий, крупнопилувато-середньосуглинковий, неміцногрудкуватий, багато кротовин та червоточин з карбонатною цвілью

P(h)k	121-203	Лес, по кротовинам слабогумусований, карбонатний, сірувато-бурий, плямистий, грудкуватий, рихлий, багато карбонатної цвїлі по кротовинам та червоточинам.
Pk	204 та глибше	Лес, карбонатний, бруднувато-палевий, крупнопилувато-середньосуглинистий 3 рясною карбонатною цвїллю 00

Чорноземи мають відмінні фізико-хімічні властивості, та чудові фізичні та водно фізичні властивості. Для аналізу ґрунту, на якому буде проводитися дослід, визначалися найважливіші показники, а саме: щільність складення ґрунту, вміст гумусу, ємність катіонного обміну, кислотність ґрунтового розчину, та, звісно, вміст поживних макроелементів.

Табл.2/2. Основні показники дослідного ґрунту

Параметр	H/k	Hpk	Phk	P(h)k
Глибина відбору зразків ґрунту, см	30	50	80	130
Щільність складення, г/см <sup>3</sup>	1,23	1,18	1,31	1,40
Вміст гумусу, %	3,56	2,11	1,08	0,21
ЄКО, мг-екв	28,4	31,8	-	-
Реакція ґрунтового середовища, pH (водне)	6,6±0,15	7,7±0,2	7,9±0,2	7,6±0,2
Вміст мінерального азоту, мг/кг	38	21	14	7
Вміст рухомих сполук фосфору, мг/кг	164	91	-	-
Вміст рухомих сполук калію, мг/кг	170	116	-	-

Характеризуючи табл. 2.2, необхідно відмітити, що реакція ґрунтового середовища у верхньому горизонті близька до нейтральної, далі по профілю спостерігалась слаболужна і лужна реакція, забезпеченість гумусного горизонту мінеральним азотом середня, рухомих фосфором і калієм -підвищена.

### 2.3. Схема і методики дослідження

Схема і мета нашого дослідження заключається саме в порівнянні впливу певного біостимулятора на продуктивність рослин у суміжному посіві та поживний режим ґрунту. Як вже згадувалося, перший біостимулятор – вермикомпост, був внесений перед посівом. Інші два, Яра біотрак та Інсект Фрасс, були вже внесені протягом вегетації, фоліарно. Внесення проводилося на 30й та 60й день вегетації (DAE).

Табл.2.3 Схема внесення біостимуляторів

Варіант досліджу	Внесення перед посівом	30й день вегетації	60й день вегетації
Контроль	-	-	-
Вермикомпост	2,5 т/га	-	-
Залишки комах (фрасс)	-	50 л/га	50 л/га
Яра Віта Біотрак	-	2,5 л/га	2,5 л/га

В дослідженні використовували наступні біостимулятори та їх характеристики наведені нижче:

- *вермикомпост, або біогумус* – це універсальний біологічний стимулятор, який широко застосовується по всьому світу у сільському господарстві. Це продукт процесу аеробної біодеградації органічних речовин, в якому беруть активну участь дощові червяки;
- *Залишки комах (Фрасс)* - даний термін у сфері сільського господарства був задекларований відносно недавно, тому даний продукт наразі не такий популярний як той самий біогумус, чи біовугілля, але це не робить його менш ефективним. Саме розуміння «фрасс» означає суміш екскрементів отриманих від вирощених комах, їх частин, мертвих яєць, та вмістом



мертвих комах не більше як 5% за об'ємом та 3% за масою (згідно регулюванням ЄС в 2021 році).

- **Яра Віта Біотрак**

Яра Віта Біотрак - це рідкий продукт для позакореневого застосування на посівах різних сільськогосподарських культур. [43] Цей продукт створений на основі суміші поживних речовин і біоактивних сполук, екстрагованих з водоростей *Ascophyllum nodosum*. Він сприяє стійкості рослин до дії абіотичних факторів (морози, посуха), і допомагає рослині в періоди високої метаболічної активності, для стимулювання цвітіння, закладання плодів, та підвищення якості та кількості врожаю. До переваг та властивостей продукту, відносяться:

Бор, цинк, азот та калій	Посилення ефекту біоактивних сполук
Цукрові спирти	Поліпшення рухливості бору
Амінокислоти	Стійкість під час абіотичного стресу
Органічні кислоти	Поліпшення засвоєння мікроелементів
Полісахариди	Пом'якшення впливу абіотичного стресу
Вітаміни	Антиокислювальні властивості
Зволожувач	Продовження періоду всмоктування позакорених поживних речовин
Густина	1,17 г/л

Порівняно з іншими вище переліченими біостимуляторів, можна сказати, що Яра Віта Біотрак є найпопулярнішою поміж фермерів. Завдяки всім відомій компанії Yara, та її перевагах на ринку добрив, застосування цього препарату не рідко ставало в пригоді багатьом господарствам. Найчастіше його застосовують на зернових культурах, наприклад: на кукурудзі та пшениці для боротьби з стресами, які часто спричинені весняними морозами, посухою, або внесенням

гербіцидів. Це допомагає їм підвищити стійкості до цих факторів, цим самим зберігаючи та покращуючи продуктивність рослини.

Перший відбір зразків проводився на 30й день вегетації, наступні – через кожні 30 днів. Перший зразок рослин було відібрано 13.05, тоді ячмінь був у фазі кушення (ВВСН 20), а горох у фазі п'ятого вусика (ВВСН 15).

Перед культивуацією було перше внесення біостимулятора для досліду. А саме, вносили вермикомпост у нормі 2,5 т/га.

Табл. 2.4. Технологічна схема проведення агротехнічних операцій

Операція	Глибина, см	Дата	Агрегат	Примітки
Оранка	20-24			
Закриття вологи	2-3 см	10.03	БВС-1	
Внесення біостимуляторів	-	23.03		Вермикомпост, 2,5 т/га
Культивация	6-8	24.03		
Посів	3-4	24.03	СЗ Клен	

*Методи проведення аналізів ґрунту і рослин:*

- рН водне визначається за методом ДСТУ ISO 10390:2007 (ISO 10390:2005, ІДТ),

- Рухомі фосфати і калій визначали з лактатом амонію за наступним методом- PAL (1 г струшували з 20 мл розчину AL протягом 90 хв, фільтрували скрізь фільтрувальний 42 папір. Концентрації фосфору в екстрактах вимірювали

калориметрично на спектрофотометрі. Для PAL використовувалася процедура хлорид олова-молібдат (Egner et al., Citation 1960) і абсорбція вимірювалася при 882 нм. Калій вимірювали на полум'яному фотометрі.

- в рослинах визначали вміст загального фосфору і калію.

## РОЗДІЛ 3. АГРОТЕХНІЧНІ ОПЕРАЦІЇ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДІЛЯНОК ПОСІВУ

### 3.1 Технологічні операції вирощування суміжних посівів

Основний обробіток під суміжний посів повинен забезпечити гарну структуру ґрунту та уникнути ущільнення, тому було проведено зяблеву оранку.

Оранка – це один з ключових та основних заходів системи обробітку ґрунту. Зяблеву оранку доцільно проводити після настання морозів, тому що, сильно зволожений ґрунт неможливо зорати, і його структура у такому разі сильно порушується. Таку оранку доцільно проводити на глибину 20-30 см, в залежності від типу ґрунту, у нашому випадку, було оброблено на глибину 20-24 см.

Позитивні аспекти зяблевої оранки в тому, що вона добре змішує з ґрунтом добрива та поживні рештки, сприяє зменшенню збудників хвороб та личинок шкідників. Також, підвищує аерацію ґрунту, створює грудкувату структуру, та дозволяє збільшити вологонакопичення. (48)

Передпосівний обробіток включав у себе закриття вологи, та передпосівну культивуацію. Закриття вологи це найперша технологічна операція, що проводиться рано навесні, і основна мета даного заходу – зруйнувати ґрунтові капіляри, що дозволить зберегти максимальну кількість вологи, та водночас покращити структуру ґрунту. (49) Також, це стимулює бур'яни до проростання, і потім ми зможемо їх знищити за допомогою культивуації, або внесенню гербіциду.

Культивуація – це обов'язковий захід для передпосівного обробітку, який виконує безліч функцій:

- 1) Створює дрібногрудкуватий посівний шар, та вирівнює поверхню ґрунту
- 2) Очищує поле від сходів бур'янів
- 3) Якщо потрібно, закладає в ґрунт добрива, чи пестициди
- 4) Створює ідеальне посівне ложе для насіння, забезпечуючи гарний контакт його з ґрунтом

Культивацію необхідно проводити по діагоналі, або впоперек попередньому обробітку, в нашому випадку, оранки.

**Підбір сортів та сівба** Для суміжної сівби було підібрано певний сорт ячменю та гороху. Було взято ячмінь сорту Преспект, дворядний, пивоварний, різновиду Нутанс. Це відносно новий сорт на ринку, який стабільно демонструє високу врожайність в усіх зонах вирощування. Має високу стійкість до видягання та ламкості стебла. Оригінатор – компанія Sejet, а сам сорт був створений на основі схрещування КВС Іріна та Овертюр. Висота рослини зазвичай коливається у межах 70 см, група стиглості – середньостиглий. Також, має відмінну стійкість до хвороб (50).

Табл.3.1. Стійкість ячменю до хвороб у балах

Хвороба	Бал
Бура іржа	8
Карликова іржа	7
Борошниста роса	7
Сітчаста плямистість	8
Ринхоспоріоз	8
Гельмінтоспоріоз	7
Сажка	8

Горох посівний сорту Оркестра, німецької селекції, був найбільш доцільним у використанні в суміжному посіві. Цей сорт показав себе позитивно у багатьох аспектах господарської придатності. У зоні Лісостеп було досягнуто середньої врожайності в 3 т/га, при масі 1000 насінин – 240 г, та за стандартної вологості 14%. Висота рослини 70-80 см, тривалість вегетації – 80-85 діб, висота прикріплення нижнього бобу – 50-65 см. (51)

Табл.3.2. Агрномічні показники гороху Оркестра

Параметр	Бал
Стійкість до вилягання	6
Стійкість до обсипання	7
Стійкість до посухи	8
Стійкість проти пероноспорозу	9
Стійкість проти корневих гнилей	9

Горох перед посівом було оброблено інокулянтом БіоНорма Ризоактив Бобові у нормі 2 т/га. У склад даного продукту входить безліч азотфіксуючих бактерій, які зможуть підійти для будь-якої бобової культури. Ці бактерії вступають в симбіоз з певною бобовою рослиною, здійснюючи процес фіксації молекулярного азоту, переводячи його в амонійну форму, доступну для рослин.(52)

Сівба проводилася 24 березня, сівалкою зерною Клен, на глибину 3-4 см, з міжряддям 12,5 см. Норма висіву для гороху – 700 тис. шт/га, а для ячменю – 1,5 млн шт/га. Так як ячмінь, рання яра культура її можна висівати одразу, як тільки ґрунт фізично стиглий, те ж саме стосується і гороху – він дуже чутливий до термінів сівби. Чим пізніше його висівати, тим більший буде недобір по врожайності, тому, дана суміш була посіяна в оптимальні терміни, як тільки можна було зайти в поле, і одразу після передпосівної культивуації(53). Перші рівномірні сходи з'явилися через 20 днів після посіву, з густотою рослин гороху – 560 тис. шт/га, та ячменю – 1,2 млн шт/га.



Рис. 3.1. Визачення густоти сходів ячменю та гороху

### 3.2. Оцінка стану посівів за використання біостимуляторів

В першу чергу, потрібно було порівняти, як біостимулятор впливає на вегетативну масу рослини, як на сиру, так і на суху. Зазначено, що біостимулятори покращують поглинання, стимулюючи подовження коренів, таким чином сприяють збільшенню площі поглинальної поверхні кореневої системи. Перший відбір зразків проводився на 30й день вегетації, наступні – через кожні 30 днів. (54)

Перший зразок рослин було відібрано 13.05, тоді ячмінь був у фазі кущення (ВВСН 20), а горох у фазі п'ятого вусяка (ВВСН 15). Це вже початкові фази розвитку рослин, на яких починається формування продуктивних органів.

Важливо, дотримувати оптимальної густоти, норм внесення добрив, чи біостимуляторів, та обстеження посівів на наявність шкочочиних організмів.



Рис. 3.2. Обстеження посівів на 30й день вегетації

Після відбору зразків в лабораторії було визначено масу рослин кожного зразку, у сирому та сухому вигляді.

Табл. 3.3 Вплив вермикомпосту на масу рослин на 30-й день вегетації

Культура	Варіант досліджу	Повторність	Маса рослин, г	Суша маса рослин, г
Горох	Контроль	1	117	18,5
		2	122	20,4
		3	198	17,2
Ячмінь	Контроль	1	132	16,6
		2	133	16,7
		3	145	18,9
	Вермикомпост	1	106	16,6
		2	122	20,4
		3	198	17,2
	Вермикомпост	1	148	17,9
		2	133	16,7
		3	145	18,9

Згідно результатів з перші 30 днів вегетації, спостерігаємо кращий вплив вермикомпосту на масу ячменю як в сирому, так і в сухому вигляді, у кожній повторності. Також, вплив вермикомпосту на посіви гороху дав позитивний ефект, особливо у другій та третій повторності.

Також, на 30-й день було внесено Фрасс і Яра біотрак у нормі 50 л/га та 2,5 л/га, відповідно. Дані стимулятори було внесено фоліарно, по листу. Важливо, було забезпечити рівномірне покриття рослин, щоб забезпечити максимальну ефективність. Позакореневе внесення біостимуляторів використовується найчастіше, оскільки так забезпечується швидка дія активних компонентів, а це особливо важливо у теперішніх умовах навколишнього середовища.

Протягом періоду між відборами зразків, проводимо моніторинг посівів на наявність шкідників, хвороб та бур'янів. Можемо спостерігати, незначний літ цикадок на ячменю, та появу довгоноса, що є загрозливо для гороху. На щастя, чисельність шкідників була незначна. Також, можна спостерігати перевагу суміжного посіву, у тому що, забур'яненість доволі низька. Спостерігається



незначна кількість лободи та гірчаку у початкових фазах, але вона є неконкурентні з культурними рослинами. (55)



Рис. 3.3 Стан сум сних посівів (31.05.2023)

Другий відбір зразків відбувся 13.06, коли ячмінь був у фазі початку колосіння, а горох – початок наливу насіння. У ці фази саме формується майбутній врожай, тому наступне внесення біостимуляторів повинно було впливати саме на налив насіння. Внесення проводилися у таких ж самих нормах біостимуляторів, також позакоренево. (56)



Рис. 3.4 Стан посівів та відбір зразків на 60й день вегетації

Табл.3.4. Вплив біостимуляторів на сиру та суху масу рослин, на 60й день вегетації

Культура	Варіант досліджу	Маса рослин, г	Суха маса рослин, г
Горох	Контроль	940	212,4
	Вермикомпост	1018	203,6
	Фрасс	1281	238,3
	Яра Біотрак	1148	156,0
Ячмінь	Контроль	1257	364,5
	Вермикомпост	1148	346,7
	Фрасс	1086	291,0
	Яра Біотрак	1360	399,8

Після другого відбору зразків, було досліджено сиру та суху масу рослин вже у порівнянні трьох видів біостимуляторів. На посівах гороху найбільш вплинуло на масу внесення залишків комах. Загалом, у всіх випадках з горохом спостерігається збільшення вегетативної маси, в порівнянні з контролем. Якщо

брати до увагу ячмінь, то не помітне значне підвищення маси рослин при внесенні біостимуляторів. Підвищення маси спостерігається лише при внесенні Яри Біотрак. (57)

На 90-й день після вегетації проводився збір врожаю, збиралися снопи на ділянці площею 1 м<sup>2</sup>. Після збору, як і в усіх попередніх відборах зразків, було

розділено окремо рослини гороху та ячменю. Основне дослідження було проведено по врожайності зерна та біомаси. Збирання проводиться за базової вологості зерна, було важливо почати вчасно збір, щоб уникнути осипання зерна ячменю, та розтріскування бобів гороху. Якщо ж почати передчасне збирання є

ризик отримання щуплих та неповноцінних насінин. Також, затримки із збиранням можуть спровокувати розповсюдження шкідливих хвороб та розмноження різних видів шкідників. (58)

Визначаючи біологічну врожайність ми проводимо збір біомаси, для цього проводимо збір без утрат з 1 м<sup>2</sup>, а потім переводимо у гектари, за необхідності.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ



Рис. 3.5. Стан рослин на 90-й день вегетації

Табл. 3.5. Вплив біостимуляторів на масу, врожайність зерна та біомаси

ячменно-горохової суміші на 90-й день після вегетації, за базової вологості

Культура	Варіант дослід.	Густина, шт/м <sup>2</sup>	Маса рослини, г	Врожайність зерна, г/м <sup>2</sup>	Врожайність біомаси, г/м <sup>2</sup>
Горох	Контроль	64	194,5	100,8	93,7
	Вермикомпост	60	260,6	134,1	126,5
	Фрасс	77	248,8	125,6	123,2
	Яра Біотрак	64	293,3	163,2	130,1
Ячмінь	Контроль	146	730,5	481,9	248,6

Вермикомпост	130	747,5	503,0	244,5
Фрасс	134	782,5	525,3	257,2
Яра Біотрак	120	800,5	538,3	262,2

Провівши аналіз результатів, спостерігаємо найвищі показники при застосуванні Яри Біотрак на суміжному посіві ячменю з горохом, цей біостимулятор проявив позитивний ефект на обидві культурні рослини.

Спостерігаємо значне підвищення маси рослин, врожайність зерна та біомаси, порівняно з контролем в середньому на 10 %.

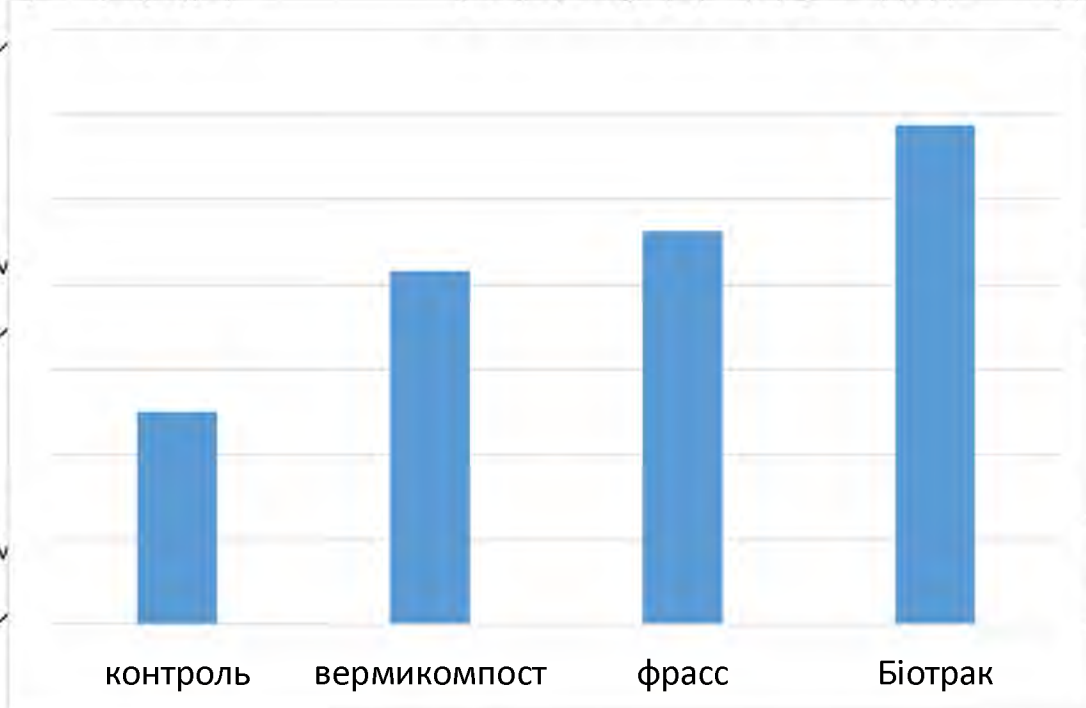


Рис. 3.6. Маса рослин гороху та ячменю разом, за застосування різних видів біостимуляторів, г



Рис. 3.7. Вплив біостимуляторів на врожайність зерна сумішки, т/га



Рис. 3.8 Вплив біостимуляторів на загальну біомасу ячмінно-горохової суміші, т/га

Якщо брати до уваги показники по обох культурах, то можна стверджувати, що ЯраВіта біотрак перевищує у всіх параметрах. На другому місці, можна віднести залишки комах, але різниця між іншим ефектом на показники продуктивності та впливом вермикомпосту не дуже суттєва. Також, можна стверджувати, що в першу чергу біостимулятори суттєво впливають на

вегетативну масу, не можна спостерігати на різниці маси рослин та врожайності біомаси, при застосуванні біостимуляторів, порівняно з контролем. Подібні результати отримано у дослідженнях Дудка, 2005, де зазначено, що ячмінно-горохова сумішка формує гарну врожайність і може забезпечити конвеєрне надходження зеленого корму з третьої декади травня протягом 20 днів [60].

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 4. ПОЖИВНИЙ РЕЖИМ ҐРУНТУ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЖИВЛЕННЯ ЯЧМІННО-ГОРОХОВОЇ СУМІШІ

### 4.1 Реакція ґрунтового середовища за застосування біостимуляторів

Дослідженнями Fagnano та ін., 2011 показано, що використання органічних біостимуляторів (вермикомпосту) виступало джерелом макро- та мікроелементів, воно покращує контакт повітря з ґрунтом, проникнення та утримання води, а також утримувало поживні речовини, таким чином покращуючи ріст рослин.

Крім того, удобрення компостом призвело до підвищення стійкості рослин до

РКЕ, а також до більш високого рівня накопичення металу рослинами (Bernal та ін., 2007; Chauharat та ін., 2011; Walker та ін., 2004). Вермикомпост містить велику кількість біологічно активних речовин. Його специфічна мікрофлора здатна

відновити мертвий ґрунт, тобто забезпечити всі його функції та високу

родючість, суттєво впливає на кислотність ґрунту і може довести її рН до

нормального показника. Важливо також те, що рослини швидко засвоюють

фосфор і азот біогумусу. Порівняно з органічними добривами, вермикомпости

містять значно більше рухомих елементів живлення в екскрементах черв'яків, у

10 – 11 разів більше доступного калію, у 7 разів – фосфору, у 2 рази – кальцію та

магнію. Поживні речовини вермикомпосту повільно розчиняються у воді, тому

можуть тривалий час жити рослини. Гранульовані гумусні добрива за вмістом

гумусу переважають гній і компости у 4-8 разів [34].



Таблиця 4.1. Динаміка реакції ґрунтового середовища в чорноземі типовому за сумісних посівів ячменю і гороху за внесення біостимуляторів, рН Н<sub>2</sub>O, 2023 рік

Біостимулятор	Шар ґрунту, см	Дослідження показника	
		До сівби	на 30 день
Контроль	0 – 20	6,4±0,15	6,3±0,15
	20 – 40	6,5±0,15	6,4±0,15
Вермикомпост	0 – 20	7,2±0,2	6,8±0,15
	20 – 40	7,4±0,2	7,2±0,2
Фрасс	0 – 20	7,1±0,15	6,8±0,15
	20 – 40	6,9±0,15	6,9±0,15
Яра Біотрак	0 – 20	6,3±0,15	6,5±0,15
	20 – 40	6,4±0,15	6,4±0,15

При внесенні вермикомпосту, спостерігаємо зниження кислотності в шарі ґрунту 0-40 см. При внесенні та Яри в шарі ґрунту 20-40 см змін по кислотності ґрунтового розчину не відбулося протягом вегетації культури, але в шарі 0-20 см фрасс спричинив незначне зниження рН, а Яра навпаки – трохи збільшилося.

Якщо порівнювати різницю між контролем, то більший вплив на кислотність спричинило внесення вермикомпосту. Використання Інсект-фрассу та вермикомпосту сприяло зменшенню кислотності на 0,4-0,8 одиниць рН.

## 4.2 Зміна вмісту мінерального азоту, рухомого фосфору та обмінного калію за застосування різних біостимуляторів на посівах ячменю і гороху

Як у ґрунті, так і у добривах азот може міститися у різних формах. При цьому найбільш поширеною формою є нітратна форма. Доступність рослинам якої залежить від погодних умов, швидкості прогрівання ґрунту, наявності ньому вологи і наскільки активно одразу ж спрацюють мікроорганізми, які здійснюють мінералізацію, вивільнення азоту може проходити як повільно і в необхідний культурі час, так і блискавично, в період, коли потреби в елементі вже може і не бути.

Різні попередники здатні по-різному впливати на ймовірне вивільнення азоту з їхніх поживних решток. Так, найвищий ступінь мінералізації спостерігається після вирощування бобових. Як імовірний об'єм вивільненого азоту залежить від виду ґрунтів, так і різні ґрунти потребують різного об'єму так званого залишкового азоту. Відповідно, при розрахунку фактичної потреби в удобренні враховується цілий ряд показників.

Важливим показником є вміст мінерального азоту у ґрунті ( $N_{min}$ ), який вимірюється у зоні розташування коріння, зазвичай на глибині до одного метра. Варто зазначити, що цей показник є одномоментним, тобто він показує об'єм мінералізованого азоту на час проведення відбору проби, зазвичай ранньої весни, тож його можна розглядати як об'єм доступного для рослини азоту на час початку вегетації (Ярошко, 2016).

Одне з найголовніших джерел поповнення азотного фонду орних ґрунтів – біологічна фіксація молекулярного азоту атмосфери, який знаходиться в недоступній для вищих рослин формі. Високоєфективним є використання інокулянтів на бобових культурах, що дало змогу підвищувати урожайність культур та відтворювати природну родючість ґрунту. Досліджена дія інокулянтів

на різних бобових культурах: сої [62], люпину [63], гороху [63] та інших. Встановлено, що за використання передпосівної обробки насіння рослин сої інокульованих штамів *Bradyrhizobium japonicum* відбувалося підвищення азотфіксувального потенціалу бульбочкових бактерій. Так, у сортів Горлиця

збільшувалась кількість біологічно фіксованого азоту (161,8 кг/га), а у КиВін (145,1 кг/га) у порівнянні з контролем [6]. Інтенсивність азотфіксації (більша кількість крапий розвитку бульбочок) підвищувалась у рослин сої сорту Білосніжка за інокуляції препаратом Ризогумін [Патика та ін., 2015].

В наших дослідженнях вміст мінерального азоту в чорноземі типовому залежав від біостимулятора і фази дослідження. Так, показники мінерального азоту збільшувались на 30 день дослідження порівняно з до сівби (Табл. 4.2.1).

Таблиця 4.2.1. Вміст мінерального азоту в чорноземі типовому за сумісних посівів ячменю і гороху за внесення біостимуляторів, мг/100 г ґрунту, 2023 рік

Біостимулятор	Шар ґрунту, см	Вміст мінерального азоту	
		До сівби	На 30 день
Без стимулятора	0 – 20	3,1	5,0
	20 – 40	3,3	4,9
Вермікомпост	0 – 20	4,6	6,2
	20 – 40	5,0	6,4
Інсект Фрассе	0 – 20	3,5	7,5
	20 – 40	3,5	7,6
Яра Біотрак	0 – 20	3,6	8,1
	20 – 40	3,3	6,4
НІР 095		0,24	0,26

Аналізуючи результати спостережень, спостерігаємо підвищення вмісту мінерального азоту у всіх випадках, але найбільший вплив видно при внесенні Інсект фрасс і Вермикомпосту. Збільшення показників відбувалися в межах від 1,2-2,6 мг/100 г ґрунту. При внесенні Яри біотрак різниця порівняно з контролем була вище в шарі 0-20 см на 62%. Тому, робимо висновки, що застосування біостимуляторів (інсект фрасу, вермикомпосту, Яра біотрак) позитивно впливало на накопичення мінеральних сполук азоту на 30-й вирощування сумішки ячменю і гороху порівняно з контролем, де різниця становила 24-62%.

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

Таблиця 4.2.2. Вміст рухомого фосфору в чорноземі типовому за сумісних посівів ячменю і гороху за внесення біостимуляторів, мг/100 г ґрунту, 2023 рік

Біостимулятор	Шар ґрунту, см	Дослідження показника	
		До сівби	На 30 день
Без стимулятора	0 – 20	12,8	9,8
	20 – 40	12,2	9,0
Вермікомпост	0 – 20	15,3	12,4
	20 – 40	14,8	12,0
Інсект Фрасс	0 – 20	12,5	13,8
	20 – 40	12,0	13,1
Яри Біотрак	0 – 20	13,1	10,0
	20 – 40	13,4	10,6
НІР (95)		0,26	0,34

Якщо розглядати вплив біостимуляторів на вміст рухомого фосфору, то у всіх випадках помітне підвищення вмісту рухомих сполук фосфору. Найсуттєвіше збільшення спостерігається при внесенні інсект фрассу. За такого випадку вміст фосфору підвищився на 40%. За внесенням Яри спостерігаємо незначне підвищення фосфору, лиш на 2% у шарі 0-20 см, проте у глибшому шарі підвищення сягає понад 17%. Також, при внесенні вермікомпосту підвищення рухомих сполук фосфору сягає від 26 до 33%, в залежності від глибини закладення.

Таблиця 3.23. Вміст обмінного калію в чорноземі типовому за сумісних посівів ячменю і гороху за внесення біостимуляторів, мг/100 г ґрунту, 2023 рік

Біостимулятор	Шар ґрунту, см	Дослідження показника	
		До сівби	На 30 день
Без стимулятора	0 – 20	13,4	10,4
	20 – 40	14,1	12,1
Вермикомпост	0 – 20	15,1	14,9
	20 – 40	15,6	14,3
Інсект Фрасс	0 – 20	14,3	13,9
	20 – 40	13,8	13,5
Яра біотрак	0 – 20	13,5	14,0
	20 – 40	13,8	12,6
НІР095		0,2	0,23

За показниками вмісту калію, найбільша різниця між контролем помітно за внесення вермикомпосту, а найменша різниця - у варіанті з Ярою Біотрак. При внесенні вермикомпосту вміст калію підвищився на більш ніж 40% у верхньому шарі, та на 23% у шарі 20-40 см, в той час як у випадку Яри підвищення було не більше 10%. Якщо брати до уваги варіант з Фрассом, то підвищення було практично рівномірне по шарам ґрунту, на трохи більше ніж 20%.

## Розділ 5. Економічна ефективність вирощування суміжного посіву

Щоб виракувати економічну ефективність, потрібно провести обрахунки, які зможуть показати, при якому варіанті досягається найвища рентабельність вирощування суміжного посіву.

Орієнтовна ринкова ціна ячменю зараз знаходиться у межах 5500 грн, гороху – 7000 грн. Вартість продукції визначаємо виходячи із врожайності зерна сумішки з одного гектару.

Основні затрати, які були однакові практично для усіх варіантів це: інокулянт, насіння, рента, внесення біостимулятора, паливо та сепарація. Все це разом виходить 15 752 грн для усіх варіантів внесення біостимуляторів, та 15 052 грн для контролю.

Допоміжні затрати, %

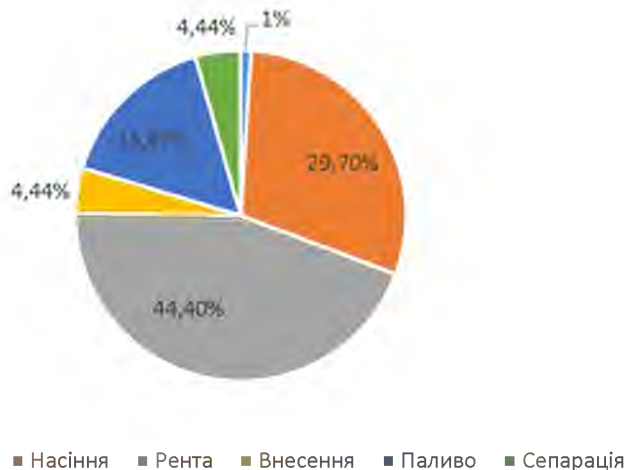


Рис. 5.1. Відсоткове співвідношення допоміжних витрат

Якщо ж брати до уваги затрати на біостимулятори, то середня ринкова ціна Вермикомпосту (біогумусу) – 10 000 грн/т. При нормі 2,5 т/га затрати становитимуть 25 000 грн, що є економічно неефективними. Зважаючи на те, що вермикомпост буде проявляти ефективність ще й на другий рік, буде доцільно

розділити дану суму навпіл. Вартість Яри біотрак – 534 грн/л, Фрассу – 15 грн/кг (л). Отже затрати на біостимулятори на 1 га буде такий:

Вермикомпост – 12 500 грн;

Яра Біотрак – 2 670 грн;

Фрасс – 1500 грн

Виходячи з цих даних, можемо розрахувати собівартість продукції, умовний чистий прибуток та, найголовніше, рентабельність.

Табл.5.1. Економічна ефективність вирощування суміжного посіву ячменю з горохом.

Варіант	Врожайність, т/га	Вартість продукції, грн	Затрати, грн	Собівартість, грн	Умовний чистий прибуток	Рентабельність, %
Контроль	5,82	33 510	15 052	2 586,25	18 458	122,6
Вермикомпост	6,37	37 045	28 252	4 435,16	8 793	31,4
Фрасс	6,5	37 625	17 252	2 654,16	20 373	118,1
Яра біотрак	7,01	41 000	18 422	2 627,96	22 578	122,6

З даної таблиці, помітно, що найвища рентабельність спостерігається при внесенні Яри Біотрак, через те, що при такому варіанті спостерігається найбільша врожайність, хоч і вартість внесення Яри вища ніж Фрассу на гектар. Найнижча рентабельність спостерігається при внесенні вермикомпосту, через високу вартість самого біогумусу і велику норму його внесення. Проте, внесення вермикомпосту зможе ще давати позитивний ефект протягом наступних років, тому, потрібно брати це до уваги.



## ВИСНОВКИ

1. Біостимулятори суттєво впливають на вегетативну масу, це можна спостерігати на різниці маси рослин та врожайності біомаси, при застосуванні біостимуляторів, порівняно з контролем. Найбільша біомаса ячмінно-горохової суміші формується за застосування ЯраВіта біотрак, далі у порядку зменшення

Інсект фрасс, але різниця між їхнім ефектом на показники продуктивності та впливом вермикомпосту не дуже суттєва.

2. При внесенні вермикомпосту спостерігалось зниження кислотності в шарі ґрунту 0-40 см. При внесенні та Яри в шарі ґрунту 20-40 см змін по кислотності ґрунтового розчину не відбулося протягом вегетації культури, але в шарі 0-20 см фрасс спричинив незначне зниження рН, а Яра навпаки – грохи збільшилося. Якщо порівнювати різницю між контролем, то більший вплив на кислотність спричинило внесення вермикомпосту. Використання Інсект фрассу та вермикомпосту сприяло зменшенню кислотності на 0,4-0,8 одиниць рН.

3. Найвищі показники вмісту мінерального азоту отримано за внесення Інсект фрассі Вермикомпосту.

4. Застосування біостимуляторів (Інсект фрассу, Вермикомпосту, Яра біотрак) позитивно впливало на накопичення мінеральних сполук азоту на 30-й вирощування сумішки ячменю і гороху порівняно з контролем, де різниця становила 24-62%.

5. Найсуттєвіше збільшення вмісту рухомого фосфору спостерігається при внесенні інсект фрассу і становило 40%. За внесенням Яри спостерігаємо незначне підвищення фосфору, лише на 2-17%. Також, при внесенні вермикомпосту підвищення рухомих сполук фосфору сягає від 26 до 33%, в залежності від глибини закладення.

6. За показниками вмісту калію, найбільша різниця між контролем помітно за внесення вермикомпосту, а найменша різниця - у варіанті з Ярою Біотрак. При внесенні вермикомпосту вміст калію підвищився на більш ніж 40% у верхньому

шарі, та на 23% у шарі 20-40 см, в той час як у випадку Яри підвищення було не більше 10%. Якщо брати до уваги варіант з Фрассом, то підвищення було практично рівномірне по шарам ґрунту, на грохи більше ніж 20%.

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

НУБІП Україна

## ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА

- 1) Ячмінь [Електронний ресурс] // Вікіпедія – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%87%D0%BC%D1%96%D0%BD%D1%8C>.
- 2) Марков І. Біоекологічні особливості ячменю посівного [Електронний ресурс] / Іван Марков // Агробізнес сьогодні. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/8902-bi-oekolonichni-osoblyvosti-yachmeniu-posivnogo.html>.
- 3) О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножка – К.: Аграрна освіта, 2001. – 591 с.
- 4) Солонар М. На що звернути увагу при виборі насіння ячменю [Електронний ресурс] / Марина Солонар // Kurkul.com. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://kurkul.com/spetsproekty/775-na-scho-zvernuti-uvagu-pri-vibori-nasinnya-yachmenyu>.
- 5) Біологічні особливості ярого ячменю [Електронний ресурс] // Agrosience.com.ua. – Режим доступу до ресурсу: <https://agrosience.com.ua/plant/biologichni-osoblyvosti-yarogo-yachmenyu>.
- 6) Вирощування ячменю [Електронний ресурс] // Інститут живлення рослин – Режим доступу до ресурсу: <https://pni.com.ua/%D0%B3%D0%B8%D1%80%D0%BE%D1%89%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%ED%D1%8F%D1%8F%D1%87%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%8E/>.
- 7) Особливості технології вирощування ячменю [Електронний ресурс] // Remontu.com.ua – Режим доступу до ресурсу: <https://remontu.com.ua/osoblivosti-texnologi-viroshhuvannya-yachmenyu>.
- 8) Господаренко І. М. Удобрення сільськогосподарських культур / Григорій Миколайович Господаренко. – Київ, 2016. – 276 с. (СІК ТРУП Україна).
- 9) Урожай бобових в Україні у 2023 році аналітики оцінюють на рівні 390 тис. т [Електронний ресурс] // Superagronom.com. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://superagronom.com/news/17437-urojay-bobovih-v-ukrayini-u-2023-rotsi-analitiki-otsinyuyut-na-rivni-390-tis-t>.
- 10) Ботанічна характеристика та біологічні властивості гороху [Електронний ресурс] // UKPCOJA. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://ukpcoja.at.ua/index/botanichni-vlastivosti-gorohu/0-72>.
- 11) Гаврилюк А. Бульбочкові бактерії для гороху і сої розрізняються [Електронний ресурс] / Анжела Гаврилюк // AgroTimes.com. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://agrotimes.ua/agronomiya/bulbochkovi-bakteriji-dlya-gorohu-i-sovi-rozriznyayutsya/>.

12) Стамбульська У. ВПЛИВ МІСЦЕВИХ ШТАМІВ RHIZOBIUM LEGUMINOSARUM BV. МІСЦЕ НА РОСЛИНИ ГОРОХУ ПОСІВНОГО / Ульяна Стамбульська. // Біологічні системи – 2016. – №1. – С. 5–30.

13) Урожайність гороху понад 5 т/га отримували в господарстві на Київщині [Електронний ресурс] // Superagronom.com. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://superagronom.com/news/17302-urojaynist-gorohu-ponad-5-t-ga-otrimovali-v-gospodarstvi-na-kivivschini>

14) Клиша А. Біологічні особливості гороху [Електронний ресурс] / А. Клиша, О. Кулініч // Агробізнес сьогодні. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://agro-business.com.ua/agro/agronomiya-siodni/item/637-biologichni-osoblyvosti-horokhu.html>.

15) Технологія вирощування гороху. Від вибору сорту до збирання [Електронний ресурс] // Superagronom.com. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://superagronom.com/articles/364-tehnologiya-viroschuvannya-gorohu-vid-viboru-sortu-do-zbirannya>

16) Sustainable and eco-friendly alternatives to reduce the use of pesticides. // Pesticides in the Natural Environment / , 2022. – (Elsevier). – С. 329–364.

17) Zhang, Yitao et al. “Row Ratios of Intercropping Maize and Soybean Can Affect Agronomic Efficiency of the System and Subsequent Wheat.” PloS one vol. 10.6 e0129245. 10 Jun. 2015, doi:10.1371/journal.pone.0129245

18) Tejendra-Chapagain, Andrew Riseman / Barley-pea intercropping: Effects on land productivity, carbon and nitrogen transformations. Field Crops Research. Volume 166, September 2014, Pages 18-25. DOI: 10.1016/j.fcr.2014.06.014

19) Matthias Klaiss, Franziska Siegrist and Gilles Weidmann (FiBL). Intercropping grain peas with barley. Brussels: Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), 2017

20) T. S. Sahota, Sukhdev S. Malhi. Intercropping barley with pea for agronomic and economic considerations in northern Ontario, Canada. Agriculture and Agri-Food Canada, 2012. DOI: 10.4236/as.2012.37107.

21) Ana Carolina Feitosa de Vasconcelos and Lúcia Helena Garófalo Chaves. Biostimulants and Their Role in Improving Plant Growth under Abiotic Stresses, 2019. DOI: 10.5772/intechopen.88829

22) Singh J, Takhur JK. Photosynthesis and abiotic stress in plants. In: Vats S, editor. Biotic and Abiotic Stress Tolerance in Plants. Singapore: Springer Nature Singapore Private Ltd; 2018. pp. 27-46

23) Van Oosten MA, Pepe O, Pascale SD, Silletti S, Maggio A. The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. Chemical and Biological Technologies in Agriculture. 2017;4:5. DOI: 10.1186/s40538-017-0089-5

- 24) Salehi-Lisar SY, Bakhshayeshan-Agdam H. Drought stress in plants: Causes, consequences, and tolerance. In: Hossain MA, Wani SH, Bhattacharjee S, Burritt DJ, Tran LP, editors. *Drought Stress Tolerance in Plants: Physiology and Biochemistry*. Switzerland: Springer International Publishing; 2016. pp. 1-16. DOI: 10.1007/978-3-319-28899-4
- 25) Santos VM, Vaz De Melo A, Cardoso DP, Silva AR, Benicio LPF, Ferreira EA. Desenvolvimento de plantas de soja em função de bioestimulantes em condições de adubação fosfatada. *Bioscience Journal*. 2014;30:1087-1094
- 26) Biochar – sustainable material for a green future [Електронний ресурс] // Vow – vowasa.com – Режим доступу до ресурсу. <https://www.biogreen-energy.com/biochar-production>.
- 27) Hanuman Singh Jatav, Satish Kumar Singh, Surendra Singh Jatav, Vishnu D. Rajput, Manoj Parihar, Sonu Kumar Mahawer, Rajesh Kumar Singhal and Sukritee. Importance of Biochar in Agriculture and Its Consequence, 2019. DOI: 10.5772/intechopen.93049
- 28) Pramod Jha, A. K. Biswas, B. L. Lakaria and A. Subba Rao. *Biochar in agriculture – prospects and related implications*. Indian Institute of Soil Science (ICAR), Nabi Bagh, Berasia Road, Bhopal 462 038, India, 2010.
- 29) Saudi A. Rekaby<sup>1</sup>, Mahrous Y. M. Awad<sup>1\*</sup>, Sabry A. Hegab<sup>1</sup> and Mamdouh A. Bissa. Effect of biochar application on barley plants grown on calcareous sandy soils irrigated by saline water. Department of Soils and Water, Faculty of Agriculture, Assiut University, Assiut 71526, Egypt, 2019
- 30) Devi, C., Khwairakpam, M. Management of lignocellulosic green waste *Saccharum spontaneum* through vermicomposting with cow dung. *Waste Management*. 2020:113
- 31) Ziyi Shen, Zhikuan Yu, Lu Xu, Yilin Zhao, Siqiang Yi, Chao Shen, Yimin Wang, Yunlong Li, Wengang Zuo, Chuanhui Gu, Yuhua Shan and Yanchao Bai. Effects of Vermicompost Application on Growth and Heavy Metal Uptake of Barley Grown in Mudflat Salt-Affected Soils, 2022. DOI.org/10.3390/agronomy12051007
- 32) Laxman Ram, Arun Kumar Jha, Shriman Kumar Patel, Ajeet Kumar and Am-ajeet Kumar. Response of vermicompost and levels of nitrogen on growth, yield and yield attributes in pea (*Pisum sativum* L.) rhizosphere, *The Pharma Innovation*, 2021
- 33) IPIFF Guide on Good Hygiene Practices. Fact sheet on insect frass, 2021
- 34) D Agustiyani, R Agandi, Arinafril, A A Nugroho and S Antonius. The effect of application of compost and frass from Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens* L.) on growth of Pakchoi (*Brassica rapa* L.), 2020. DOI 10.1088/1755-1315/762/1/042036

35) Daniel Ananey-Obiri, Lovie G. Matthews, Reza Tahergorabi. Chapter 6 - Proteins From Fish Processing By-Products, 2019. DOI: 10.1016/B978-0-12-816695-6.00006-4

36) Turning Fish Waste into Premium Fish Hydrolysate Fertiliser [Електронний ресурс] // Sonic Natural Farming – Режим доступу до ресурсу: <https://sonicnaturalfarming.com.au/regenerative-agriculture/turning-fish-waste-into-premium-hydrolysate-fertiliser/>.

37) Xu C., Mou B. Drench application of fish-derived protein hydrolysates affects lettuce growth, chlorophyll content, and gas exchange. Horttechnology, 2017, 27: 539–543. doi: 10.21273/HORTTECH03723-17.

38) Potassium humate application dosage in agriculture [Електронний ресурс] // Saint humicacid. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.humicacid.org/potassium-humate-application-dosage-in-agriculture/>

39) Dileep Kumar\*, A.P. Singh, P. Raha, Amitava Rakshit, C.M. Singh and P. Kishor. Potassium Humate: A Potential Soil Conditioner and Plant Growth Promoter, 2013. DOI Number 10.5958/j.2230-732X.6.3.015

40) The Benefits of Using Compost Tea [Електронний ресурс] // Midwest Bio-Systems – Режим доступу до ресурсу: <https://midwestbiosystems.com/the-benefits-of-using-compost-tea/>.

41) Hatam Shaban, Bahman Fazeli-Nasan, Hasan Alahyari, Gholam Alizadeh, Sadegh Shahpesandi. An Overview of the Benefits of Compost tea on Plant and Soil Structure, 2015

42) Massimo Zaccardelli, Catello Pane, Domenica Villecco, Assunta Maria Palese, Giuseppe Celano. Compost tea spraying increases yield performance of pepper (*Capsicum annuum* L.) grown in greenhouse under organic farming system, 2018. DOI: 10.4081/ija.2018.991

43) YaraVita BIOTRAC [Електронний ресурс] // YARA – Режим доступу до ресурсу: <https://www.yara.ua/products/yaravita/yaravita-biotrac/>.

44) FORECAST FOR KYIV, UA [Електронний ресурс] // Weather Underground – Режим доступу до ресурсу: <https://www.wunderground.com/dashboard/pws/KIE/KIE2/table/2023-08-13/2023-08-13/monthly>.

45) Характеристика клімату Київської області [Електронний ресурс] // StudFiles.net – Режим доступу до ресурсу: <https://studfile.net/preview/5025387/page:4/>

46) Назаренко І. І. 46) Черноземы типовые – Вилуговані та опідзолені чорноземні ґрунти / І. І. Назаренко, С. М. Польшина, В. А. Нікорич. – Чернівці, 2004. – 400 с. – (Книги. XXI).

47) Чорнозем типовий [Електронний ресурс] // Вікіпедія – Режим доступу до ресурсу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB-%D0%A7%D0%BD%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D0%BC\\_%D1%82%D0%B8%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9\\_%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D0%BA%D0%B8%D0%B9\\_%D1%81%D0%BB%D0%B0%D0%B1%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D1%83%D0%BC%D1%85%D1%81%D0%BD%D0%B8%D0%B9\\_%D0%BD%D0%B0\\_%D0%BB%D0%B5%D1%81%D0%B0%D1%85.pdf](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB-%D0%A7%D0%BD%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D0%BC_%D1%82%D0%B8%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%B3%D0%BB%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%81%D0%BB%D0%B0%D0%B1%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D1%83%D0%BC%D1%85%D1%81%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BD%D0%B0_%D0%BB%D0%B5%D1%81%D0%B0%D1%85.pdf)

48) Переваги та недоліки зяблевої оранки назвали польські фахівці [Електронний ресурс] // Superagronom.com. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://superagronom.com/news/16356-perevagi-ta-nedoliki-zvablevoyi-oranki-nazvali-polski-fahivtsi>

49) Обов'язковий елемент: мілке боронування та закриття вологи ранньої весни. // Агробізнес-Україна – 2022. – №1. – С. 44-45

50) Проспект [Електронний ресурс] // Еридон. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.eridon.ua/prospekt>

51) Заявка №19023007 [Електронний ресурс] // УІЕСР. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <http://sort.sops.gov.ua/cultivar/view/17673>

52) Ризоактив Бобові [Електронний ресурс] // BioNorma – Режим доступу до ресурсу: <https://bionorma.ua/ipokulyvaniy-rizoaktivv-bobovi-1-1>

53) Клишч А. Горок за технологією [Електронний ресурс] // А. Клишч, О. Кулініч // Агробізнес сьогодні. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/642-horokh-za-tekhnohiiieu.html>

54) Залежність впливу біостимуляторів на ефективність використання поживних речовин від їх походження (вмісту) [Електронний ресурс] // Superagronom.com. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://superagronom.com/blog/951-zalejnist-vplivu-biostimulyatoriv-na-efektivnist-vikoristannya-pojivnih-rechovin-vid-yih-pohodjennya-vmistu>

55) Фази розвитку зернових і процес формування врожаю [Електронний ресурс] // Агроном. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.agronom.com.ua/fazy-rczyviki-zerovyn-i-proises-formuvannya-vrozhayu/>

56) Біостимулятори рослин. Стан ринку, види та особливості застосування [Електронний ресурс] // Агроном. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.agronom.com.ua/biostimulyatory-roslyn-stan-rynku-vydy-ta-osoblyvosti-zastosuvannya/>

57) Декаленко В. В. Особливості збирання і зберігання збраного врожаю з підвищеною вологістю зерна. [Електронний ресурс] / В. В. Декаленко // Головне управління Держзодспоживслужби в Черкаській області. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.cherk-consumer.gov.ua/novyny/339-osoblyvosti-zbyrannia-i-zber>.

58) Egnér, H., Riehm, H., & Domingo, W.R. 1960. Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. II/Chemische Extraktionsmethoden zur Phosphor- und Kaliumbestimmung. Kungliga Lantbrukshögskolans Annaler, 26, 199 – 215.

59) Comparative Grain Yield, Straw Yield, Chemical Composition, Carbohydrate and Protein Fractions, In Vitro Digestibility and Rumen Degradability of Four Common Vetch Varieties Grown on the Qinghai-Tibetan Plateau. Yafeng Huang, Fangfang Zhou, and Zhibiao Nan, 2019

60) Дудка М. І. Оптимізація прийомів вирощування ярих капустяних, злакових і бобових культур в сумісних посівах на зелений корм в північному Степу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06. 01. 09 "Рослинництво" / М. І. Дудка. – Дніпропетровськ, 2005. – 20 с.

61) Ярошко М. Перетворення азоту у ґрунті і його значення для росту рослин [Електронний ресурс] / М. Ярошко // Agronom. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.agronom.com.ua/peretvorennya-azotu-u-grunti-i-jogo-zna/>

62) Патица В.П., Гнатюк Т.Т., Булец Н.М., Кириленко Л.В. Біологічний азот у системі землеробства. Землеробство. 2015. Вип. 2. С. 12-20.

63) Алексеев О.О. Азотфіксація як вагомий чинник підвищення продуктивності сої. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасні агротехнології: тенденції та інновації». 2015. С. 325-327.

64) Шевніков М.Я., Кулібаба М.Ю. Урожайність та якість насіння сої залежно від строків сівби і використання біопрепаратів. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2013. № 3. С. 41-44.

НУБІП України

НУБІП України