

НУБІП України

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА  
РОБОТА

05.01 – МКР. 1575 «С» 2023.09.18.001ПЗ

ЧЕРКАСА ІВАНА СЕРГІЙОВИЧА  
2023 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
УДК 631.811.98:631.16:633.35

ПОГОДЖЕНО  
Декан агробіологічного  
факультету

ДОНУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач кафедри рослинництва

Оксана ТОНХА  
Світлана КАЛЕНСЬКА

« / » 2023 р. « / » 2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «ПРОДУКТИВНІСТЬ СУМІСНИХ ПОСІВІВ ГОРОХУ ТА  
ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ОБРОБКИ БІОСТИМУЛЯНТАМИ»

Спеціальність  
Освітня програма  
Орієнтація освітньої програми

201 «Агрономія»  
Агрономія  
Освітньо-професійна

Гарант освітньої програми,  
д.с.-г. наук, професор

С.М. Каленська

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи  
доктор філософії

Б. О. Мазуренко

Виконав

І.С. Черкас

КИЇВ - 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри рослинництва**

доктор с.-г. наук, професор

**С. М. КАЛЕНСЬКА**

«28» вересня 2022 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ**  
**РОБОТИ СТУДЕНТУ**

**Черкасу Івану Сергійовичу**

Спеціальність

201 «Агрономія»

Освітня програма

Агрономія

Орієнтація освітньої програми

Освітньо-професійна

Тема магістерської роботи: «Продуктивність сумісних посівів гороху та ячменю ярого залежно від обробки біостимулянтами» затверджена наказом ректора НУБіП України від 18.09.2023 р. № 1575 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру 10.10.2023 р.

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи:

Ґрунт – чорнозем типовий малогумусний середньосуглинкового гранулометричного складу, грубоцидуючий на лесі. Вміст гумусу ділянки 4,13–4,59%, рН<sub>ккл</sub> – 6,5–7,2. Щільність ґрунту в рівноважному стані 1,15–1,27 г/см<sup>3</sup>

Вміст в ґрунті легкогідролізованого азоту – 9,6–9,9 мг/100 г ґрунту (метод Тюріна і Конової), рухомого фосфору – 7,8–8,3 мг/100 г ґрунту (за Чиріковим) та обмінного калію – 15,0–15,7 мг/100 г ґрунту (за Мачигінім).

Сорт ячменю Проспект, сорту гороху Оркестра, біостимулянти: YaraVita

Biотrас, екстракт гумусових речовин (Гуміфренд), компостний чай.

Перелік питань, що підлягають вивченню:

1. проаналізувати досягнення вітчизняних та закордонних вчених у дослідженні сумісних посівів;

2. проаналізувати вплив різних біостимулянтів та підібрати найефективніші форми

3. встановити вплив досліджуваних факторів на продукційні процеси протягом вегетації в контексті формування сухої та сирої біомаси посівів, їх складових;

4. визначити особливості формування урожайності та елементів структури врожаю сумісних посівів порівняно з чистими посівами гороху та ячменю;

5. оцінити економічну ефективність від використання сумісних посівів порівняно з чистими посівами. Оцінено ефект від застосування біостимулянтів на зміну економічної ефективності вирощування.

Дата видачі завдання 28.09.2022 р.

Керівник магістерської роботи

Б.О. МАУЗРЕНКО

Завдання прийняв до виконання

І.С. ЧЕРКАС

## РЕФЕРАТ

Тема магістерської роботи: «Продуктивність сумісних посівів гороху та ячменю залежно від обробки біостимулянтами»

Магістерська кваліфікаційна робота виконана на 51 сторінці машинописного тексту, включає 6 таблиць, 8 рисунків, п'ять розділів, висновки та пропозиції виробництву, список використаної літератури, що містить 42 найменування, з них 26 латиницею.

В першому розділі описано переваги від використання сумісних посівів ячменю та гороху порівняно з одинарними посівами, вплив та основні види біостимулянтів, що використовуються в сільському господарстві.

В другому розділі охарактеризовано умови проведення польових досліджень, описано основні методи відбору зразків та проведення обліку.

В третьому розділі проаналізовано динаміку формування біомаси рослини протягом вегетації залежно від виробничої системи та видового складу за обробки біостимулянтами.

В четвертому розділі описано та проаналізовано елементи продуктивності ячменю та гороху за сумісного та окремого вирощування, оцінено вихід основної та побічної продукції за обробки біостимулянтами.

В п'ятому розділі показано економічну ефективність від впровадження досліджуваних елементів технології вирощування.

Робота завершується висновками та пропозиціями виробництву.

БИОМАСА, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ, ПРОДУКТИВНІСТЬ,  
УРОЖАЙНІСТЬ

НУБІП УКРАЇНИ

# НУБІП України

ЗМІСТ

ВСТУП

## РОЗДІЛ 1. СУМІСНІ ПОСІВИ ЗЛАКОВИХ ТА БОБОВИХ КУЛЬТУР –

### ЕФЕКТИВНИЙ СПОСІБ ПІДВИЩИТИ ПРОДУКТИВНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ЗЕМЕЛЬ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

#### 1.1. Переваги сумісних посівів гороху та ячменю

#### 1.2. Світовий та вітчизняний досвід вирощування сумісних посівів

#### бобових та злакових культур

#### 1.3. Вплив біостимулянтів на ростові процеси рослин

## РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Ґрунтові та погодні умови виконання досліджень

#### 2.2. Схема та методика проведення досліджень

## РОЗДІЛ 3. ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ БІНАРНИХ ТА

### МОНОПОСІВІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ТА ГОРОХУ

#### 3.1. Польова схожість та чисельність рослин на 7 добу після сходів

#### 3.2. Суха та сира біомаса посівів на 30 добу після сходів

#### 3.3. Суха та сира біомаса посівів на 60 добу після сходів

#### 3.4. Повітряно суха біомаса на момент збирання врожаю

## РОЗДІЛ 4. ПРОДУКТИВНІСТЬ, УРОЖАЙНІСТЬ ТА СТРУКТУРА

### ВРОЖАЮ ГОРОХУ ТА ЯЧМЕНЮ ЗА БІНАРНИХ ТА МОНОПОСІВІВ ПРИ

### ОБРОБЦІ БІОСТИМУЛЯНТАМИ

#### 4.1. Урожайність основної і побічної продукції

#### 4.2. Вміст білка в зерні гороху та ячменю

#### 4.3. Елементи структури врожаю

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ ВІД ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ ТА ЯЧМЕНЮ В СУМІСНИХ ПОСІВАХ.....	41
НУБІП України ВИСНОВКИ.....	44

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	46
-----------------------------	----

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	47
НУБІП України	

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## ВСТУП

Актуальність теми. Підвищення ефективності сільськогосподарських угідь за екологічних систем вирощування є важливим питанням в контексті продовольчої безпеки та безпечності продуктів харчування. Використання переваг різних сільськогосподарських культур та їх впливу на середовище дозволяє використовувати їх в сумісних посівах (intercropping). Сумісні посіви є ефективнішою системою виробництва за малого ресурсного забезпечення, оскільки правильно підібрані види можуть займати різні екологічні ніші, зменшуючи конкуренцію за факторами життя, особливо за світло.

Найпоширенішим поєднанням культур для сумісного вирощування є бобові та злакові зернові культури. Злакові культури мають ефективну кореневу систему, що споживає елементи живлення з всього орного шару, а зернобобові здатні значну потребу в азоті покривати за рахунок симбіотичної азотфіксації, таким чином мало конкуруючи з злаковим компонентом.

Численні дослідження злаково-бобових посівів вказують, що ефективність таких посівів залежить від забезпечення ґрунту елементами живлення та вологою, а рівновага в продукційному процесі компонентів порушуються при суттєвому поліпшенні умов вирощування одного з компонентів. Таким чином найкращим застосуванням сумісних посівів є екологічні та біологічні системи, де від співжиття різних видів можна отримати найбільший зиск. Зернобобові характеризуються низькою конкуренцією з бур'янами, але якщо цю нішу займе ячмінь, то потенційно ми отримаємо вищий відсоток використання ресурсів культурним посівом.

Використання сумісних посівів дозволяє підвищити біорізноманіття сільськогосподарських угідь, зменшити негативний вплив від застосування хімічних засобів захисту внаслідок зменшення потреби їх використання.

Зв'язок роботи з науковими програмами. Магістерська робота є складовою частиною міжнародного проекту «Розвиток дослідницького потенціалу та підвищення кваліфікації і навичок групи дослідників НУБІП України з

агроекологічної інтенсифікації галузі рослинництва» (номер проєкту 101079308 – ECOTWINS – HORIZON-WIDERA-2021-ACCESS-03).

Мета дослідження полягає в встановленні впливу біостимуляторів на ріст, продуктивність та урожайність бобового та злакового компоненту сумісних посівів у порівнянні з чистими посівами цих культур.

Щоб досягти поставленої мети досліджень було вирішено наступні завдання:

1. проаналізовано досягнення вітчизняних та закордонних вчених у дослідженні сумісних посівів;

2. проаналізовано вплив різних біостимуляторів та підбрано найефективніші форми

3. встановлено вплив досліджуваних факторів на продукційні процеси протягом вегетації в контексті формування сухої та сирої біомаси посівів, їх складових;

4. визначено особливості формування урожайності та елементів структури врожаю сумісних посівів порівняно з чистими посівами гороху та ячменю;

5. оцінено економічну ефективність від використання сумісних посівів порівняно з чистими посівами. Оцінено ефект від застосування біостимуляторів на зміну економічної ефективності вирощування.

Об'єкт дослідження: сорт ячменю Преспект, сорт гороху Оркеста; сумісні та одинарні посіви; біостимулянти: YaraVita Vitgae, Гумфіренд, компостний чай; елементи структури врожаю, урожайність, економічна ефективність.

Предмет дослідження: процес формування продуктивності сумісних посівів гороху та ячменю за обробки посівів біостимулянтами.

Методи досліджень: використовувалися загально наукові методи та спеціальні методи досліджень в агрономії. Дані магістерської роботи отримані в польовому досліді проєкту Horizon Europe “ECOTWINS”. Лабораторні методи використовувалися для визначення показників структури врожаю. Статистичні: дисперсійний аналіз, факторний аналіз, порівняльно-розрахунковий, математичного моделювання тощо.

Цінність отриманих результатів полягає в уточненні впливу біостимулянтів на продукційні процеси сільськогосподарських культур в сумісних посівах

Апробація результатів дослідження проведена на V Міжнародній науково-практичній онлайн конференції «Тенденції та виклики аграрної науки в умовах війни» присвяченій 125-річчю кафедри рослинництва НУБІП України, 25-27 жовтня 2023 року, м. Київ.

Публікації. За темою магістерської роботи опубліковано тези доповідей.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 1. СУМІСНІ ПОСІВИ ЗЛАКОВИХ ТА БОБОВИХ КУЛЬТУР – ЕФЕКТИВНИЙ СПОСІБ ПІДВИЩИТИ ПРОДУКТИВНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ЗЕМЕЛЬ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

### 1.1. Переваги сумісних посівів гороху та ячменю

Основні фактори життя – світло, вода та поживні речовини ефективніше поглинаються посівом за сумісного вирощування декількох культур, що займають різні екологічні ніші. Зменшення конкуренції призводить до утворення більшої кількості сухої речовини на одиниці площі за рахунок ефективного використання природних ресурсів. З точки зору конкуренції це означає, що компоненти не конкурують за однакові екологічні ніші, а конкуренція між видами слабша, ніж внутрішньовидова конкуренція за певний фактор [15]. Ефективне використання наявних ресурсів росту є ключовим для досягнення стійких систем сільського виробництва. Однак протягом останніх 50 років, завдяки інтенсифікації сільського господарства в термінах селекції рослин, механізації, використання добрив та пестицидів, сумісні посіви вийшли з обігу в контексті високоінтенсивних технологій. З іншого боку, за рахунок поєднання корисних особливостей від вирощування різних видів в одному посіві можна підвищувати ефективність сільськогосподарського виробництва за екстенсивних, біологічних та екологічних системах вирощування [5].

Поширеним є поєднання культур з різних ботанічних родин для отримання найбільших екологічних переваг – обмеження поширення шкідників, фіксація азоту, тощо [6].

Симбіотична фіксація азоту зернобобовими є важливим елементом у розвитку стійкого виробництва продовольства та зростання продуктивності сільськогосподарських угідь. Сумісні посіви бобових та злакових компонентів дозволяють отримати більший вихід біомаси, при одному рівні забезпечення елементами живлення. Вирощування бобових культур в монопосіві не завжди є ефективним способом використання азоту в ґрунті, оскільки бобові можуть покривати основну частину потреби в азоті при фіксації атмосферного азоту [14].

Раніше проведені дослідження показують, що загальне поглинання азоту сумісним посівом злакового та бобового компонента зростає, бо бобова культура змушена фіксує атмосферний азот, а злаковий компонент поглинає нітратний азот з ґрунту, чим сприяє підвищенні азотфіксації [24, 25]. Згідно з Jensen [38],

сумісне вирощування гороху та ячменю дозволяє збільшити використання фіксованого азоту в посівів без зниження використання азоту злаками, значного коливання урожайності та його стабільності по роках [16].

Основні переваги зернобобових культур в системах вирощування – це їх здатність фіксувати атмосферний азот та використовувати його для власних

потреб, утворювати великий вміст білків у зерні та вегетативній масі та переривати ланцюги хвороб та шкідників у сівозмінах, насичених злаковими культурами [22, 23]. Єдиною проблемою вирощування зернобобових, особливо

за екстенсивних систем з низьким ресурсним забезпеченням – низька

конкурентність посіву до бур'янів. Сумісний посів зернобобових та злакових культур може запропонувати екологічний метод, використовуючи конкуренцію та природні механізми регулювання, знижуючи потребу в добривах та контролюючи бур'яни з меншим використанням гербіцидів.

У сумісних посівів урожайність визначається як для посіву в цілому так і окремого компонента. Урожайність в свою чергу залежить як від внутрішньої та міжвидової конкуренції, на що впливає наявність ресурсів життя [21]. Розвиток тих, чи інших компонентів буде залежати від співвідношення компонентів. Для

більшості культур вже відомі оптимальні параметри посіву для певних регіонів

[29]. Однак, компоненти сумісних посівів можуть ефективніше використовувати

ресурси росту, ніж окремі культури, і наявні ресурси, отже, можна отримати більше рослин/продукції відносно одинарного посіву [11]. Тому оптимальна

щільність рослин за сумісних посівів може бути більшою, ніж оптимальна

щільність кожної з окремих культур.

Наприклад, сумісні посіви кукурудзи та бобів кормових продукували більше сухої речовини за більшої густоти стояння, ніж була урожайність в окремих посівів. Зі збільшенням щільності культур динаміка конкуренції буде

підсилюватися, а вплив домінування посилюється за збільшення густоти стояння окремого елемента. Пропорції, за якими висівають компоненти сумісного посіву можуть мати велике значення для формування продуктивності посівів та ефективності вирощування культур. Зміна співвідношення компонентів є чинником, через який можна регулювати конкуренцію всередині посіву.

Перевага сумісних посівів бобових і злаків у порівнянні з одинарними злаковими культурами суттєво знижується при використанні азотних добрив. Азотні добрива призводять до зниження частки бобового компонента у врожаї насіння з бобово-злакових посівів. Сумісні посіви бобових та злакових культур можуть втратити свою перевагу над одинарними посівами, за умови сприятливих умов для формування високого врожаю одинарних посівів [18].

## 1.2. Світовий та вітчизняний досвід вирощування сумісних посівів бобових та злакових культур

Сумісні посіви бобових та злакових культур є поширеним у помірній зоні, а використання гороху та ячменю ярого у бінарному посіві є найефективнішим, бо ці культури використовують доступні ресурси краще, ніж інші комбінації. Краще використання природних ресурсів можна пояснити тим, що два вирощених разом види не конкурують за однакову ресурсну нішу, що призводить до використання ресурсів ефективніше [1, 2]. Було показано, що ячмінь набагато конкурентніший за нітратний азот в ґрунті, ніж горох, імовірно, через швидший та глибший ріст коренів ячменю порівняно з горохом [40], змушуючи зернобобову культуру збільшувати свою залежність від надходження азоту з симбіотичної азотфіксації [3]. Краще використання ресурсів росту та закриття міжрядь завдяки заповненості відьмих ніш може також призвести до зниження росту бур'янів у міжряддях порівняно з одинарними посівами, що є надзвичайно важливим для систем вирощування з низьким ресурсним забезпеченням та при екологічних технологіях, таких як органічне фермерство [30].

Вирощування ячменю в одинарному посіві має вплив на родючість ґрунту, знижуючи вміст вуглецю та азоту в ґрунті. Баланс азоту в ґрунті є важливим для сталого виробництва, а управління азотним живленням через внесення азотних добрив має значні екологічні наслідки через викид оксидів азоту при денітрифікації та забруднення ґрунтових вод нітратами [8]. Перевагою сумісних посівів є вища продуктивність рослин, підвищення родючості ґрунту, ефективне використання ресурсів, зменшене пошкодження від шкідників, хвороб та бур'янів, збалансування корму за перетравним протеїном при вирощуванні на зелену масу та сіно. Сумісні посіви ячменю та гороху покращують продуктивність сільськогосподарських угідь та допомагають утримувати вуглець в органічній формі та збільшують запас мінерального і органічного азоту в ґрунті.

Слід відмітити, що для формування оптимального сумісного посіву компоненти повинні мати певні характеристики для зменшення конкуренції та збільшення продуктивності.

У випадку гороху для сумісних посівів найкращими будуть генотипи з такими характеристиками, як детермінований ріст (обмежений ріст у висоту), коренева система з помірним ростом та інертністю до поглинання нітратного азоту під час раннього вегетативного росту, здатність поглинати світло, що не потрапило на злаковий компонент (перевагу слід надавати вусатому морфотипу листків) та раннє формування симбіотичної системи на кореневій системі гороху для підтримання високої інтенсивності ростових процесів на початку вегетації та до генеративного періоду розвитку [26, 27].

Вусатий тип листка є пріоритетним, проте горох з пірчастим типом листка також отримує позитиви від суміщення з ячменем, оскільки він забезпечує вертикальне розміщення рослин гороху зі сланким стеблом.

### 1.3. Вплив біостимулянтів на ростові процеси рослин

Біостимулянти – це природні або синтетичні сполуки, які можуть підвищити ростові процеси рослин, покращити їх здоров'я та збільшити

продуктивність. Їх вплив на продуктивність ячменю та гороху може бути таким [7]:

- Збільшення врожайності: Біостимулянти можуть підвищити фотосинтез, що призводить до кращого росту рослини і, як результат, до збільшення врожайності [7].

- Покращення якості врожаю: Вони можуть збільшити концентрацію корисних елементів у рослині, таких як вітаміни, мінерали та антиоксиданти [9].

- Захист від стресу: Біостимулянти можуть допомогти рослинам краще переносити умови стресу, такі як сухість, високі температури або недостатнє

зрошення.

- Підвищення водного обміну: Вони можуть покращувати здатність рослини поглинати воду, що є важливим у сухих умовах.

- Стимуляція кореневої системи: Біостимулянти можуть сприяти розвитку кореневої системи, що забезпечує краще засвоєння поживних речовин

[10].

- Захист від шкідників та хвороб: Деякі біостимулянти мають антимікробні властивості, які допомагають рослинам впоратися з шкідниками та хворобами.

- Зниження впливу шкідливих хімікатів: Вони можуть зменшити потребу в використанні пестицидів або добрив, що може знизити вплив шкідливих хімікатів на довкілля.

Однак варто зауважити, що ефективність біостимулянтів може залежати від ряду факторів, включаючи тип ґрунту, кліматичні умови та специфіку самого біостимулянта. Тому до їх використання варто підходити з обережністю, проводячи попередні дослідження та випробування.

Біостимулятори – біоорганічні матеріали або мікроорганізми, які використовуються для покращення поглинання поживних речовин, стимулювання росту та стресової толерантності або якості врожаю [31]. До найпоширеніших біостимулянтів відносяться екстракти водоростей та препарати

ефективних мікроорганізмів (ЕМ), які є активними мікроорганізмами з численними перевагами для росту та розвитку рослин. Компостний, фульвові кислоти та екстракт дріжджів на даний час активно досліджуються для використання в сільському господарстві саме як біостимулянти [19].

Використання біопрепаратів на основі водоростей часто використовується у органічних системах та у випадку низького ресурсного забезпечення. Екстракт водоростей вважається органічним препаратом, що містить амінокислотним, вітаміни, мікро та макроелементи [31]. Екстракт з водоростей відомий як

джерело регуляторів росту рослин, оскільки він містить велику кількість цитокінінів, ауксинів та гібереллінів, які можуть стимулювати ділення клітин, подовження та диференціацію [32, 36]. Він також сприяє розвитку генеративних органів, тобто на утворення плодів. З іншого боку, ЕМ є комерційним продуктом,

що складається з суміші живих природних культур мікроорганізмів, які виділяються з родючих ґрунтів та використовуються для збільшення врожаю культур та овочів. ЕМ також включає аеробні та анаеробні загальні мікроорганізми, поживні речовини, фотосинтез, лактобацилус, стрептоміцети, актиноміцети та дріжджі [33]. Ефективні ЕМ, як біодобриво, застосовуються для

внесення в ґрунт та фоліарного підживлення для стимулювання росту та виробництва. Ці препарати складаються з культури ЕМ та мелеси, яка є поживним середовищем до внесення в ґрунт [17]. Було виявлено, що використання ЕМ підвищує фотосинтетичну ефективність та можливість шляхом збільшення доступності поживних речовин та кореневої маси [33].

Препарати окрім мікроорганізмів можуть містити продукти їх життєдіяльності (органічні кислоти, антиоксиданти, ферменти) та включення біотехнологічного характеру (хелати). Біопрепарати спочатку розглядалися, як альтернатива хімічним засобам, але численні дослідження довели їх ефективність за різних систем вирощування, від інтенсивних до екологічних, що мають багато позитивних ефектів.

Компостний чай давно використовується в сільському господарстві, як джерело органічної речовини та поліпшувач ґрунту. Окрім цього компостний

чай також є джерелом мікро та макроелементів. Компостний чай - це екстракт компосту, який виготовляється з ферментованого компосту у воді [34, 37]. Він складається з розчинних поживних речовин, фітогормонів та регуляторів росту.

Компостний чай може вноситись в ґрунт та фоліарно. Він також підвищує фітосанітарні та хімічні властивості ґрунтів, які прямо чи опосередковано впливають на ризосферу рослини. Він усуває патогенні умови конкретних рослин [35].

Гумінові та фульвові кислоти є найважливішими складовими органічної речовини в ґрунтах. Вони відіграють важливу роль у циклічності багатьох екологічних аспектів довкілля та ґрунту [20]. Крім того, фульвова кислота є важливою частиною органічної речовини ґрунту, важливою частиною розчиненого органічного вуглецю в ґрунтах і, як правило, демонструє вищу хімічну та фізико-хімічну активність порівняно з гуміною кислотою [39, 41].

Фульвові кислоти також мають значущі функції щодо здатності ґрунту амортизувати кислоти для підтримання кислотного-лужного балансу. Вона також сприяє утриманню та вивільненню металевих іонів та органічних сполук у ґрунті, біологічній наявності та мобільності [28].

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження згідно магістерської роботи виконувалися у 2023 році на базі Відокремленого підрозділу НУБІП України «Агрономічна дослідна станція», що розташована в с. Пшеничне Фастівського району Київської області в зоні Правобережного Лісостепу України. Полевоий дослід закладався в стаціонарній сівозміні лабораторії кафедри рослинництва.

### 2.1. Ґрунтові та погодні умови виконання досліджень

Ґрунт дослідної ділянки чорнозем типовий малогумусний середньосуглинкового гранулометричного складу, грубопилуватий на лесі. Вміст гумусу ділянки становить 4,13–4,59 %, рН сольової витяжки 6,5–7,2. Щільність ґрунту в рівноважному стані 1,15–1,27 г/см<sup>3</sup>, що є оптимальним для вирощуваних культур. Вміст в ґрунті легкогідролізованого азоту – 9,6–9,9 мг/100 г ґрунту (метод Тюріна і Кононової), рухомого фосфору – 7,8–8,3 мг/100 г ґрунту (за Чиріковим) та обмінного калію – 15,0–15,7 мг/100 г ґрунту (за Мачигінім). За вмістом доступних форм макроелементів забезпеченість ґрунту середня.

Гумусовий горизонт ґрунту на дослідному полі (Н) потужністю 68 см, темно-сірого кольору. Гумусовий перехідний (НР) залягає на глибині 68–95 см, темно-сірий з слабким жовтуватим відтінком, наявна карбонатна пліснява. Перехідний до породи горизонт (РН) залягає на глибині 95–118 см, сірий з жовтим відтінком.

Клімат Правобережжя Лісостепу помірно-континентальний з високими літніми температурами та нормальними умовами зволоження. Максимальна температура влітку припадає на липень (максимум 36–39 °С, середня +25 °С). Середня температура за весняний період становить 7 °С з поступовим підвищенням від березня до травня. Загалом за комплексом показників температури повітря та зволоження територія придатна для вирощування гороху та ячменю з високою продуктивністю.

## 2.2. Схема та методика проведення досліджень

Полево́ий дослід (таблиця 2.1) був частиною великого польового дослідження за проектом HORIZON EUROPE «ECOTWINs», а обліки та спостереження проводилися паралельно на окремих ділянках. Польовий дослід включав в себе дослідження виробничих систем (фактор А – монопосів, бінарний посів) та впливу біостимулянтів (фактор В) на продукційні процеси окремих рослин та посівів загалом.

Таблиця 2.1

Схема польового досліду

<b>Фактор А</b>	<b>Фактор В</b>
<p><b>Виробнича система</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Горох (монопосів)</li> <li>2. Сумісний посів гороху (80 % норми) та ячменю ярого (40 % норми)</li> <li>3. Ячмінь ярий (монопосів)</li> </ol>	<p><b>Обробка посівів біостимулянтами*</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Без обробки (контроль)</li> <li>2. YaraVita Biotrac, 4л/га (двічі по 2 л/га)</li> <li>3. Гуміфренд, 4 л/га (двічі по 2 л/га)</li> <li>4. Витяжка компосту (compost tea), 100л/га (двічі 50 л/га)</li> </ol>

Примітка. Біостимулянти вносили на 30 та 60 добу після появи сходів (після відборів рослинних зразків).

Повторність досліду – триразова. Розміщення ділянок – рандомізоване в блоках (повтореннях) з розщепленими ділянками. Особливістю досліду було попарне розміщення ділянок під кожен варіант. Одна ділянка використовувалася для відбору зразків рослин та ґрунту, а інша використовується для проведення дистанційного моніторингу та обліку хвороб і шкідників. Площа однієї ділянки становила 15 м<sup>2</sup> (1,5 м ширина, 10 м<sup>2</sup> довжина).

Формування необхідної структури посіву під виробничу систему забезпечувалося різними нормами висіву та черговістю під кожен виробничу

систему. В монопосівах та сумісному посіві використовувалися однакові сорти. Сорти ячменю та гороху підбиралися за тривалістю вегетації та повинні досягати з мінімальним розривом. Для сівби використовували сорт гороху Оркестра та сорт ячменю Проспект.

Горох Оркестра (оригіатор NPZ, внесений до реєстру 2020 року), з вусатим типом листку та потенціалом урожайності насіння до 7 т/га.

Сорт ячменю ярого Проспект – дворядний, різновидність putans, з високим потенціалом урожайності універсального напрямку використання.

Після збору попередника проводили оранку на глибину 20-22 см. Весною проводили закриття вологи (17.03) зубчастими боронами, а 24 березня перед сівбою проводили передпосівну культивування на глибину 6-8 см. Внесення мінеральних добрив та засобів захисту рослин не передбачалося схемою досліджень.

В день сівби проводили інокуляцію насіння гороху препаратом Ризоактив Бобові у нормі 2 л/т насіння. Висівали насіння без обробки протруйником.

Сівбу проводили сівалкою Луганськ «КЛЕН» з шириною захвату 1,5 м (12 сошників) з міжряддям 12,5 см.

Глибина сівби для гороху становила 6-8 см, а для ячменю 4-6 см. В сумісних посівах спочатку висівали горох на глибину 6-8 см, а потім в ті ж рядки висівали ячмінь на глибину 4-6 см.

Для забезпечення планової густоти стояння норму висіву збільшували з врахуванням схожості насіння, очікуваної польової схожості та пошкодження при повторній сівбі в сумісному посіві. Для гороху в обох випадках норма висіву становила 880 тис. шт./га, для ячменю в монопосіві 3,75 млн шт./га, а в сумісному – 1,5 млн шт./га.

Біостимулянти в посівах згідно схеми вносили двічі за вегетаційний сезон.

Необхідну норму препарату розчиняли в воді з розрахунку 300 л/га робочого розчину. Внесення препаратів проводили у вечірні години.

Опис біостимулянтів.

YaraVita Biotrac – препарат на основі речовин, що екстраговані з

водоростей *Ascophyllum nodosum*. Основний напрям застосування – полегшення негативних наслідків дії несприятливих абіотичних чинників (вичокій та низьких температур, дефіциту вологоти) та покращення метаболічної активності в періоди активного росту. Містить, мікро та макроелементи, амінокислоти, органічні кислоти, вітаміни та полісахариди.

Гуміфренд – комплексне добриво на основі калійних солей гумінових та фульвових кислот, комплексу мікроорганізмів та біологічно активних речовини, мікро і макроелементів. Активізує ріст кореневої системи, покращує стійкість до абіотичних факторів [4].

Компостний чай – продукт ферментації компосту при розчині при доступі кисню та поживного середовища (цукру). Містить велику кількість ефективних мікроорганізмів та продукти їх життєдіяльності: фітогормони, органічні кислоти, амінокислоти, полісахариди, тощо. Склад компостного чаю залежить від характеристики компосту та умов ферментації.

**Проведення обліків та спостережень проводили згідно встановлених методик [12; 13]:**

1. Фенологічні спостереження проводили з періодичністю 5-7 діб, а стадії росту фіксували за шкалою ВВСП. Повне настання фенологічної фази відмічали, коли 50 % рослин в посіві в неї ввійшло.

2. Польову схожість та кількість рослин визначали на 7 та 14 добу після початку сходів (підраховували кількість рослин на 4 рядках довжиною по 1 м, що еквівалентно 0,5 м<sup>2</sup> з перерахунком на 1 м<sup>2</sup> та 1 га).

3. Загальну сирю біомасу та окремі компоненти (включаючи бур'яни) визначали на 30, 60, та 90 добу після сходів. Для цього відбирали ділянки площею 1 м<sup>2</sup> (8 рядків довжиною по 1 м) та вирізали всі рослини на висоті 2 см від поверхні ґрунту.

4. Відбирали зразки на визначення вологості для подальшого перерахунку сирої біомаси на абсолютно суху.

5. В фазу повної стиглості відбирали надземну біомасу та визначали

окремо частку основної та побічної продукції в загальній біомасі.

6. Елементи структури врожаю визначали фазу повної стиглості. Для гороху визначали густоту стояння рослин на момент збирання, кількість бобів та кількість насінин в бобі/рослині. Для ячменю визначали кількість рослин, кількість продуктивних стебел, кількість насінин в колосі, масу 1000 насінин та масу насіння з колосу.

7. Маса 1000 насінин визначали в двох пробах по 500 г, у випадку відхилення маси більше ніж на 3 % відбирали третю пробу.

8. Вміст білка та вологість визначали на приладі FOSS Infratec 1241.

9. Економічну ефективність вирощування розраховували згідно загально прийнятих методик.

### РОЗДІЛ 3. ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ БІНАРНИХ ТА МОНОПОСІВІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ТА ГОРОХУ

#### 3.1. Польова схожість та чисельність рослин на 7 добу після сходів

Умови проростання насіння в 2023 році для ранніх зернових були нетиповими порівняно з іншими вегетаційними сезонами. Зростання середньодобових температур повітря в березні на фоні відсутності опадів та різких вітрів призвело до швидкої втрати вологи з верхніх шарів ґрунту, тому прийнятним строком для сівби була третя декада березня.

На час сівби запаси вологи в ґрунті були достатніми для отримання сходів, але на другий день після сівби почався тривалий період безперервних опадів, і до моменту сходів випало більше 100 мм опадів.

Висока інтенсивність опадів та стабільні температури ґрунту +6...+8 °C призвели до тривалого процесу проростання. Оскільки висока вологість ґрунту призводила до зменшення аерації це відобразилося на схожості культур. Ячмінь у монопосіві був значно чутливіший (таблиця 3,1) до перезволоження, ніж сумісний посів. Краща аерація сумісних посівів була наслідком повторного всівання культури у вже підготовлений посів.

Таблиця 3.1

Польова схожість та чисельність рослин

Виробнича система	Культура	Норма висіву, шт./м <sup>2</sup>	Рослин, шт./м <sup>2</sup>	Очікувана густина стояння, шт./м <sup>2</sup>	Польова схожість, %
Монопосів	Горох	88	70±1	70	79,5
Сумісний посів	Горох	88	64±4	56	72,7
	Ячмінь	150	130±4	100	86,7
Монопосів	Ячмінь	375	273±3	300	72,8

У випадку з горохом, зниження польової схожості з 79,5 % до 72,7 % пов'язано з можливим травмуванням насіння у сумісному посіві внаслідок висівання ячменю в той же рядок.

За результатами обліків на 7 добу відмічено, що поява нових сходів продовжувалася, тому протягом певного періоду чисельність рослин продовжувала збільшуватися.

### 3.2. Суха та сира біомаса посівів на 30 добу після сходів

Перший відбір проводився на тридцять добу після появи сходів (13 травня). Рослини ячменю ярого на обох посівах перебували в фазі кушіння та формували в середньому по 3-4 пагони. Рослини гороху перебували в фазі четвертого вузла з прилистками (ВВСН 14) з появою лівого листка в окремих рослин. Оскільки конкуренція за фактори життя тільки розпочиналася, то біомаса залежала від чисельності рослин, а не від ваги окремої рослини (рис. 3.1).

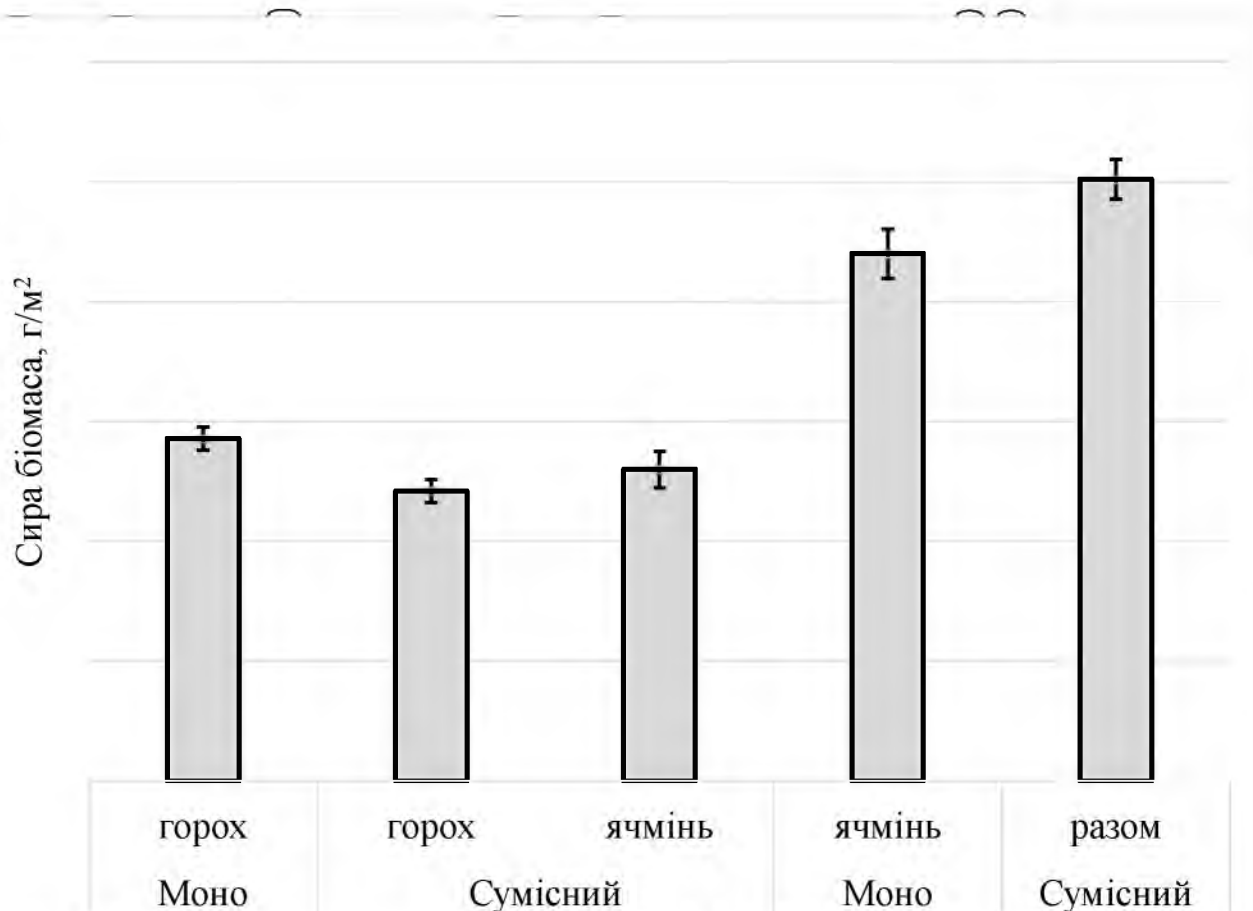


Рис. 3.1. Сира біомаса посівів на 30 день після появи сходів

Загальна біомаса сумісного посіву становила  $251 \text{ г/м}^2$ , та складалася з  $121 \text{ г/м}^2$  гороху і  $130 \text{ г/м}^2$  ячменю. В посіві гороху формувалося  $142,8 \text{ г/м}^2$  сирої біомаси, що пов'язано з більшою чисельністю рослин гороху, ніж в сумісному посіві. В посіві ячменю формувалося  $220 \text{ г/м}^2$  сирої біомаси, що було менше сумісних посівів, але за загальним габітусом та масою окремих рослин різниці не було.

Слід відмітити, що вологість (або вміст сухої речовини) гороху та ячменю істотно різнився, тому загальна кількість біомаси, що утворилася посівом краще відповідає реальності в перерахунку на суху біомасу (рис. 3.2).

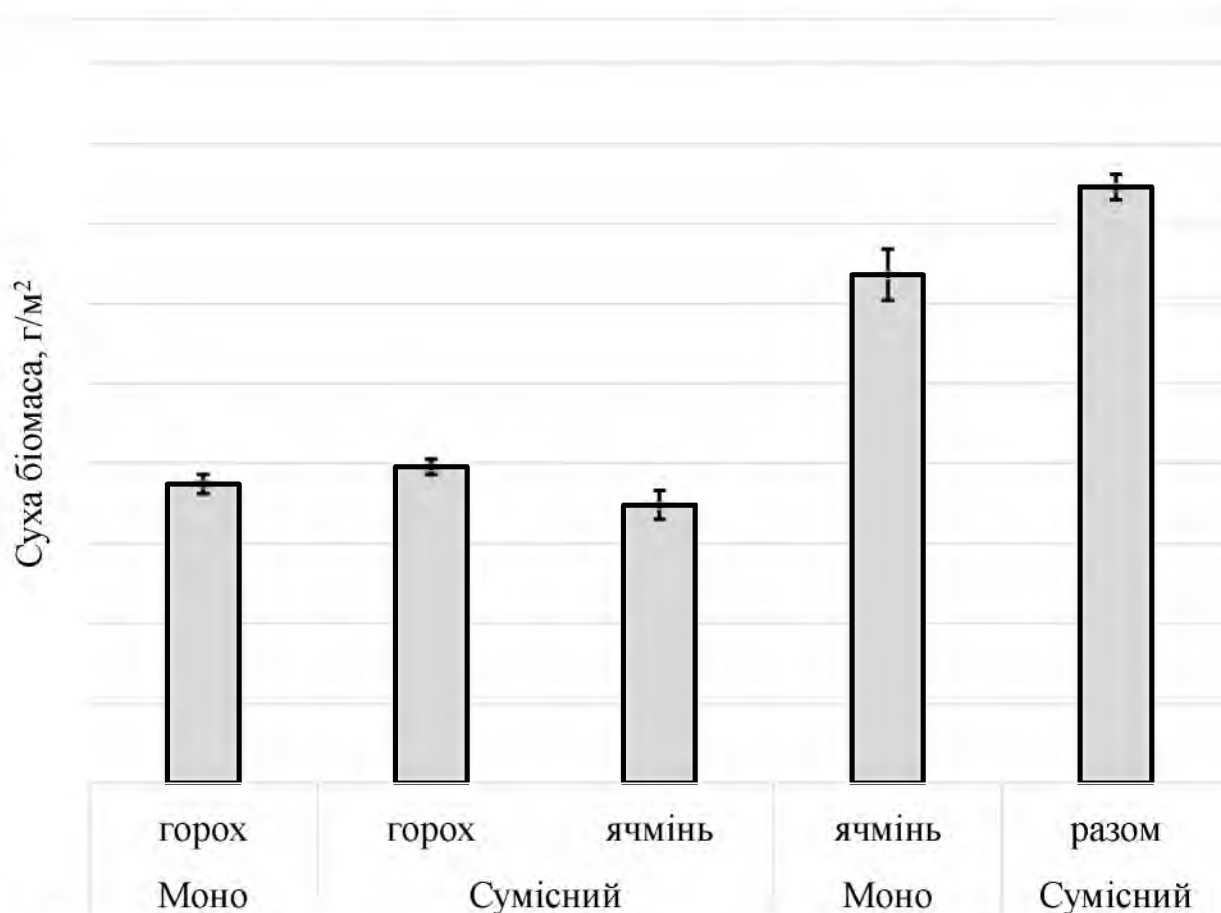


Рис. 3.2. Суша біомаса посівів на 30-день після появи сходів,  $\text{г/м}^2$

Оскільки процес азотфіксації вже тривав на момент відбору рослинних зразків, то рослини гороху мали краще забезпечення азотом, ніж ячмінь. Встановлено, що суха біомаса, що накопичувалася гороховим компонентом в сумісному посіві була на тому ж рівні, що і в монокультурі, а збільшення

продукційного процесу посіву за рахунок включення злакового компоненту дозволило отримати найвищий вихід сухої біомаси –  $67,3 \text{ г/м}^2$ , що на  $5,5 \text{ г/м}^2$  (+17,3%) перевищувало продуктивність посіву ячменю.



Рис. 3.3. Зовнішній вигляд посівів на 30 добу після появи сходів (з ліва на право: 1 фото – ячмінь, 2 фото – сумісний посів гороху і ячменю, 3 фото – горох)

### 3.3. Суха та сира біомаса посівів на 60 добу після сходів

На другий відбір біомаси рослини гороху та ячменю зайняли всі відповідні їм екологічні ніші та яруси, тому спостерігалася внутрішньовидова та міжвидова конкуренція за фактори життя. З огляду на це в сумісному посіві могла проявлятися супресія одного виду іншим.

В цей відбір вже проявлявся ефект від внесення стимулянтів, що вплинуло на накопичення сирої та сухої біомаси посівами. Слід відмітити, що ячмінь в сумісному посіві впливав на формування біомаси горохового компоненту (рис. 3.4). Якщо в посіві гороху формувалася  $1832\text{--}1954 \text{ г/м}^2$  сирої біомаси, то в сумісному посіві гороху було лише  $888\text{--}1159 \text{ г/м}^2$ , тобто спостерігалася істотне зменшення маси однієї рослини. Слід відмітити, в одинарному посіві гороху були наявні вільні екологічні ніші, що дозволило проявитися бур'янам, а в сумісному їх зайняли рослини ячменю.

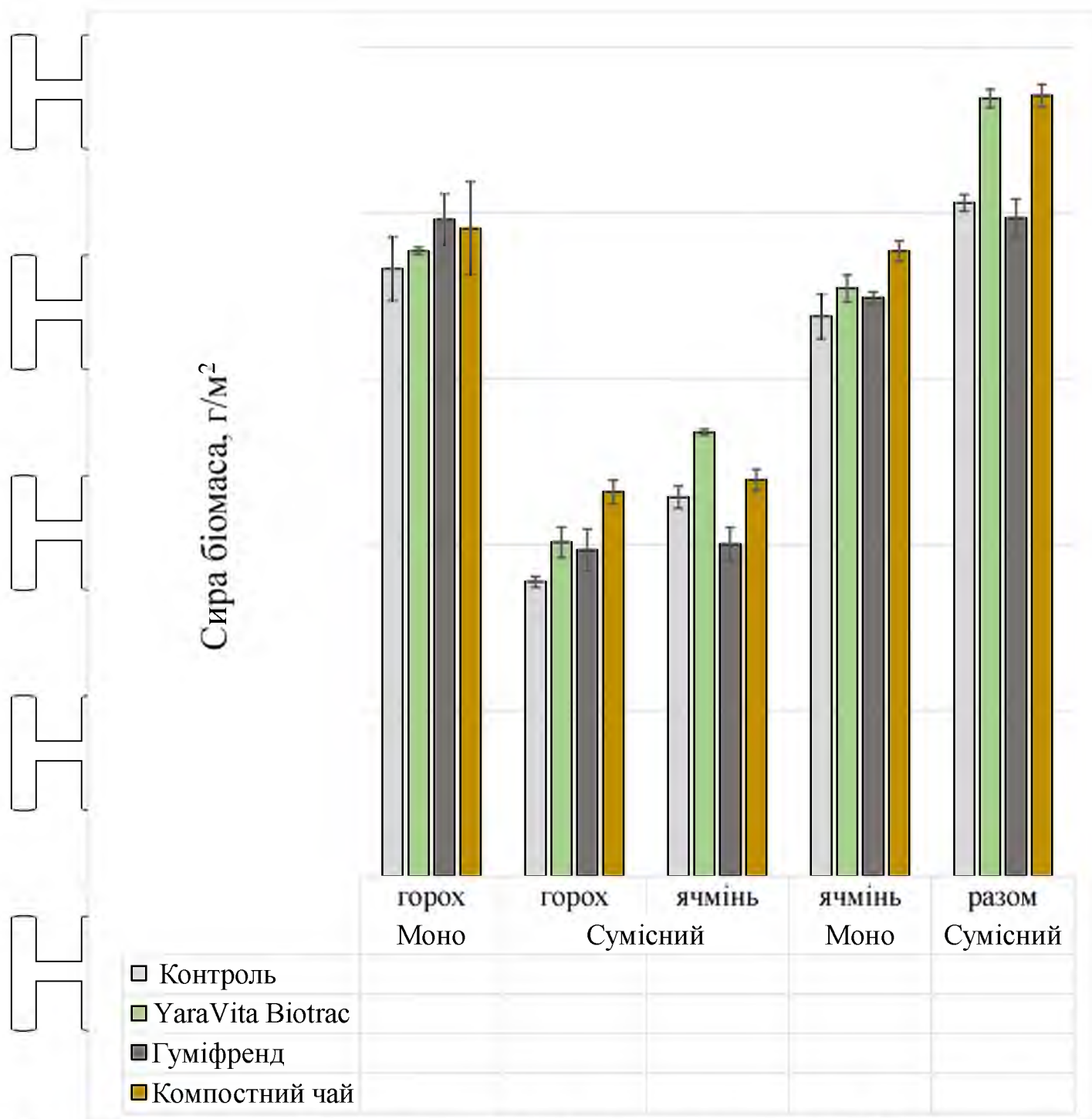


Рис. 3.4. Сира біомаса посівів на 60 добу після появи сходів

Щодо ячменю в сумісному посіві, то його загальна сира біомаса в цілому була така, як гороху на варіантах з внесення компостного чаю та Гуміфренду, або суттєво вищою на контролі та при внесенні YaraVita Biotrac. За накопиченням сирової біомаси чистий посів ячменю поступався чистому посіву

гороху та сумісному посіву, проте слід враховувати, що вміст сухої біомаси в сирій у гороху суттєво нижчий ніж у ячменю в цей період.

В розрізі впливу окремих стимулянтів на формування біомаси, то залежно від виробничої системи та компоненту вплив був різним. В моно посіві гороху різниця між варіантами, а відповідно похибка середнього була великою, тому говорити про суттєвий вплив біостимулянту на ростові процеси не можна. В абсолютних значеннях Гуміфренд та компостний чай дали неістотно прирост порівняно з контролем та YaraVita Biotrac. У випадку з посівом ячменю прирост від використання YaraVita Biotrac (+85 г/м<sup>2</sup>) та Гуміфренд (+57 г/м<sup>2</sup>) порівняно з

контролем була недостоювальною, а варіант з внесенням компостного чаю давав істотну прирост до контролю (+197 г/м<sup>2</sup>) і суттєво різнився від інших варіантів.

У сумісних посівах внесення біостимулянтів давало істотну прирост до сирій біомаси горохового компоненту. На контролі формувало 888 г/м<sup>2</sup> сирій біомаси, а при застосуванні YaraVita Biotrac – 1007 г/м<sup>2</sup> (+119 г/м<sup>2</sup>), Гуміфренд – 984 г/м<sup>2</sup> (+96 г/м<sup>2</sup>) та компостний чай – 1159 г/м<sup>2</sup> (+271 г/м<sup>2</sup>).

В той же час вплив на злаковий компонент був інакшим. На контрольному варіанті формувалося 1143 г/м<sup>2</sup> сирій біомаси, за обробки Гуміфренд спостерігалось істотне зниження до 1001 г/м<sup>2</sup>, а при застосуванні YaraVita Biotrac істотно зростало (+198 г/м<sup>2</sup>), а при обробці компостним чаєм сира біомаса майже не відрізнялася від контролю.

З огляду на різний вплив біостимулянтів на окремі компоненти сумісного посіву слід відмітити, що найбільша біомаса порівняно з контролем формувала за обробки посівів YaraVita Biotrac (2346 г/м<sup>2</sup>) та компостним чаєм (2354 г/м<sup>2</sup>), а за обробки Гуміфренд сира біомаса (1985 г/м<sup>2</sup>) була на рівні з контролем (2031 г/м<sup>2</sup>).

Як і в попередній відбір вміст сухої біомаси в сирій біомасі гороху та ячменю відрізняється, тому доцільно аналізувати також вплив на накопичення сухої біомаси посіву. З огляду на вміст сухої речовини продуктивність посівів різних культур та виробничих систем суттєво відрізняється (рис. 3.5).

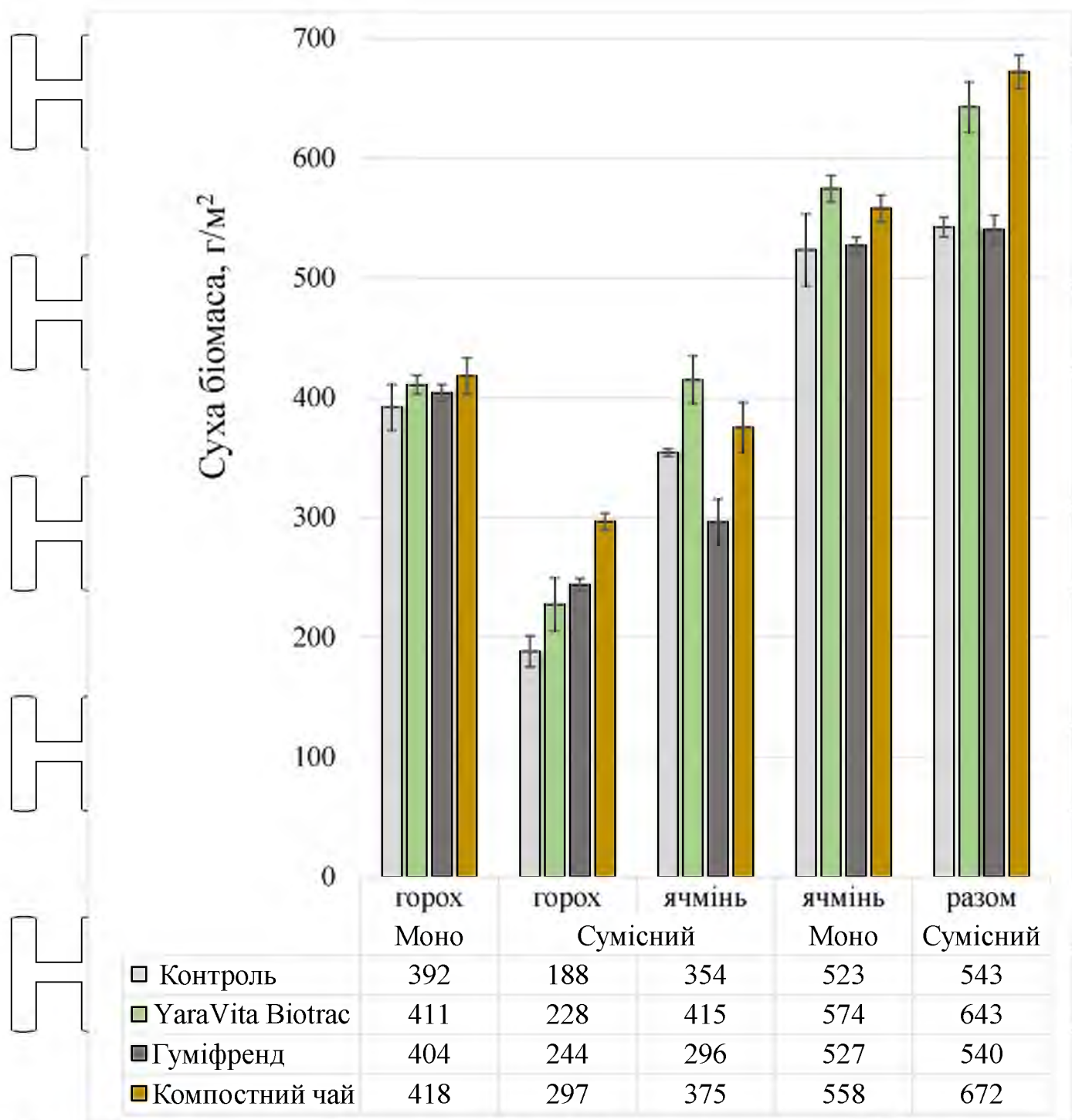


Рис. 35. Суха біомаса посівів на 60 добу після появи сходів

Якщо сира біомаса посівів гороху поступалася лише сумісному посіву, то суха біомаса на деяких варіантах була еквівалентна до злакового компоненту в сумісному посіві і суттєво поступалася всій сухій біомасі, що формував сумісний, або чистий посів ячменю.

У посівах гороху вплив біостимуляторів на накопичення сухої біомаси був неістотним – на контролі формувалося 392 г/м<sup>2</sup> сухої речовини, а при внесенні препаратів 404–418 г/м<sup>2</sup>.

В той же час вплив препаратів на бобовий компонент в сумісному посіві був відчутним. Суха біомаса гороху на контрольному варіанті становила 188 г/м<sup>2</sup>, а при застосуванні YaraVita BioTrac та Гуміфренд суттєво зростає до 228 г/м<sup>2</sup> і 244 г/м<sup>2</sup> відповідно. Суттєво вище порівняно з іншими варіантами було при обробці посівів компостним чаєм, де формувалося 297 г/м<sup>2</sup> сухої речовини.

В злакового компоненту обробка посівів Гуміфрендом суттєво зменшувала накопичення сухої біомаси (296 г/м<sup>2</sup>) порівняно з контролем (354 г/м<sup>2</sup>), а внесення YaraVita BioTrac та компостного чаю суттєво підвищували цей показник (415 г/м<sup>2</sup> та 375 г/м<sup>2</sup> відповідно).

Абсолютно суха біомаса, яку накопичували посіви ячменю за обробки Гуміфрендом та на контролі без обробки була на рівні з сухою біомасою сумісних посівів на аналогічних варіантах. Внесення YaraVita BioTrac та компостного чаю у посівах ячменю підвищувало накопичення сухої речовини відповідно на 51 г/м<sup>2</sup> та 35 г/м<sup>2</sup> порівняно з контролем.

Найбільший вихід сухої біомаси був у сумісних посівах за обробки YaraVita BioTrac та компостним чаєм. Порівняно з контролем приріст від застосування YaraVita BioTrac порівняно з контролем становив 100 г/м<sup>2</sup> (643 г/м<sup>2</sup> загальна біомаса) та 129 г/м<sup>2</sup> при застосуванні компостного чаю (672 г/м<sup>2</sup>).

### 3.4. Повітряно суха біомаса на момент збирання врожаю

Третій відбір рослинних зразків проводили у фазу повної стиглості ячменю та гороху, вже після двох обробок препаратами. Після відбору зразків з поля їх додатково підсушували до повітряно сухого стану. Повітряно суха біомаса (рис.

3.6) визначалася шляхом зрізання надземної частини рослини на висоті 2 см від поверхні ґрунту та зважуванням всієї рослинності з 1 м<sup>2</sup> площі. Відібрана проба включала в себе всю культурну рослинність та органи рослини – повноцінні стебла, підгони та редуковані пагони.

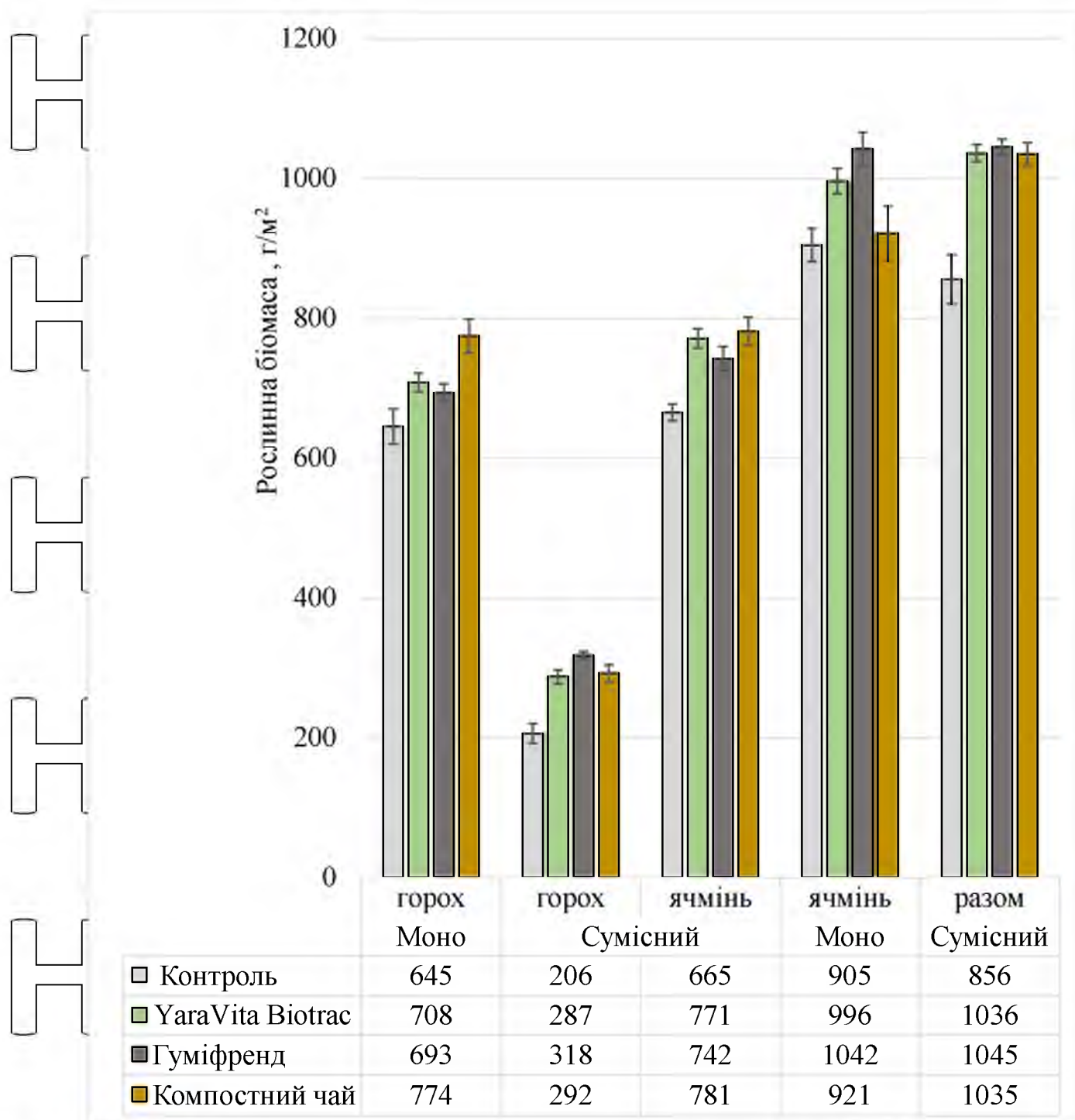


Рис. 3.6. Повітряно суха біомаса посівів у фазу достигання

На момент повної стиглості загальна біомаса злакового компоненту в сумісному посіві була суттєво вищою, ніж бобового. Якщо на контрольному варіанті маса гороху становила 206 г/м<sup>2</sup>, а при застосуванні препаратів суттєво зростала до 287–318 г/м<sup>2</sup>, то злакового компоненту на контрольному варіанті формувалося 665 г/м<sup>2</sup>, а при обробці препаратами 742–781 г/м<sup>2</sup>.

У посіві гороху використання біостимулянтів призводило до суттєвого збільшення сухої біомаси порівняно з контролем (645 г/м<sup>2</sup>). За обробки YaraVita Біотрас та Гуміфренд приріст становив відповідно 63 г/м<sup>2</sup> та 48 г/м<sup>2</sup>. При обробці посівів компостним чаєм прибавка була вже суттєвою відносно до інших препаратів, бо суха біомаса цього варіанту становила 774 г/м<sup>2</sup>.

У посіві ячменю застосування компостного чаю не давало істотної прибавки порівняно з контролем (921 г/м<sup>2</sup> та 905 г/м<sup>2</sup> відповідно). Застосування YaraVita Біотрас давало істотну прибавку у накопиченні сухої біомаси 91 г/м<sup>2</sup> (+10 %), а Гуміфренду 137 г/м<sup>2</sup> (+15 %). У випадку Гуміфренду прибавка була істотною також порівняно з YaraVita Біотрас.

Загальна біомаса сумісних посівів за обробки біостимулянтами істотно не різнилася від препарату та становила 1035–1045 г/м<sup>2</sup>, що суттєво перевищувало контрольний варіант (856 г/м<sup>2</sup>). Такий істотний приріст пов'язаний з тим, що препарати ефективно діяли як на злаковий так і бобовий компонент сумісного посіву.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

## РОЗДІЛ 4. ПРОДУКТИВНІСТЬ, УРОЖАЙНІСТЬ ТА СТРУКТУРА ВРОЖАЮ ГОРОХУ ТА ЯЧМЕНЮ ЗА БІНАРНИХ ТА МОНОПОСІВІВ ПРИ ОБРОБЦІ БІОСТИМУЛЯНТАМИ

### 4.1. Урожайність основної і побічної продукції

Урожайність основної та побічної продукції гороху та ячменю залежить від багатьох чинників. Конкуренція за фактори життя є основним параметром, що формує габітус рослини. Для злакових зернових культур за нормальної структури посіву співвідношення основної та побічної продукції становить близько 1:1. В той же час при загущенні посівів відбувається збільшення частки вегетативної маси у біомасі, що пов'язано з необхідністю окремої рослини досягти мінімального розміру для переходу до генеративного розвитку. Результатом цього є збільшення поглинання вологи та поживних речовин з ґрунту до цвітіння та дефіцит цих речовин при формуванні насіння.

У випадку з горохом він чутливий до забур'яненості, а ячмінь в посівах конкурує за фактори життя, тому індивідуальна продуктивність рослини гороху буде нижчою ніж у чистих посівах. Проте, якщо в монопосівах конкуренція йде з бур'янами, то в сумісних з культурною рослиною – ячменем ярим. Результатом такої конкуренції є максимальний вихід біомаси культурних рослин, що складається з двох компонентів. В сумісних посівах також змінюється габітус рослин та співвідношення основної та побічної продукції. Якщо немає істотних чинників впливу на формування генеративних органів, то співвідношення біомаси компонентів в фазу цвітіння та формування плодів і в фазу повної стиглості повинно бути подібним.

За результатами наших досліджень встановлено, що на урожайність посіву впливала виробнича система (сумісний та чистий посів) та обробка посівів біостимулянтами (рис. 4.1). Урожайність посівів гороху була нижчою, ніж в інших посівах. На контрольному варіанті формувалося 2,85 т/га зерна, проте застосування препаратів суттєво підвищувало продуктивність. Обробка посівів

гороху YaraVita Biotrac та Гуміфрендом давала прибавку врожаю 0,55 та 0,47 т/га, а від комбінатного чаю приріст був 0,75 т/га (+26,3% до контролю)

Урожайність зерна посівів ячменю на контрольному варіанті становила 5,11 т/га, а за обробки біостимулянтами зростала до 5,5–5,69 т/га, але без істотно різниці між варіантами обробки препаратами.

Урожайність зерна, т/га

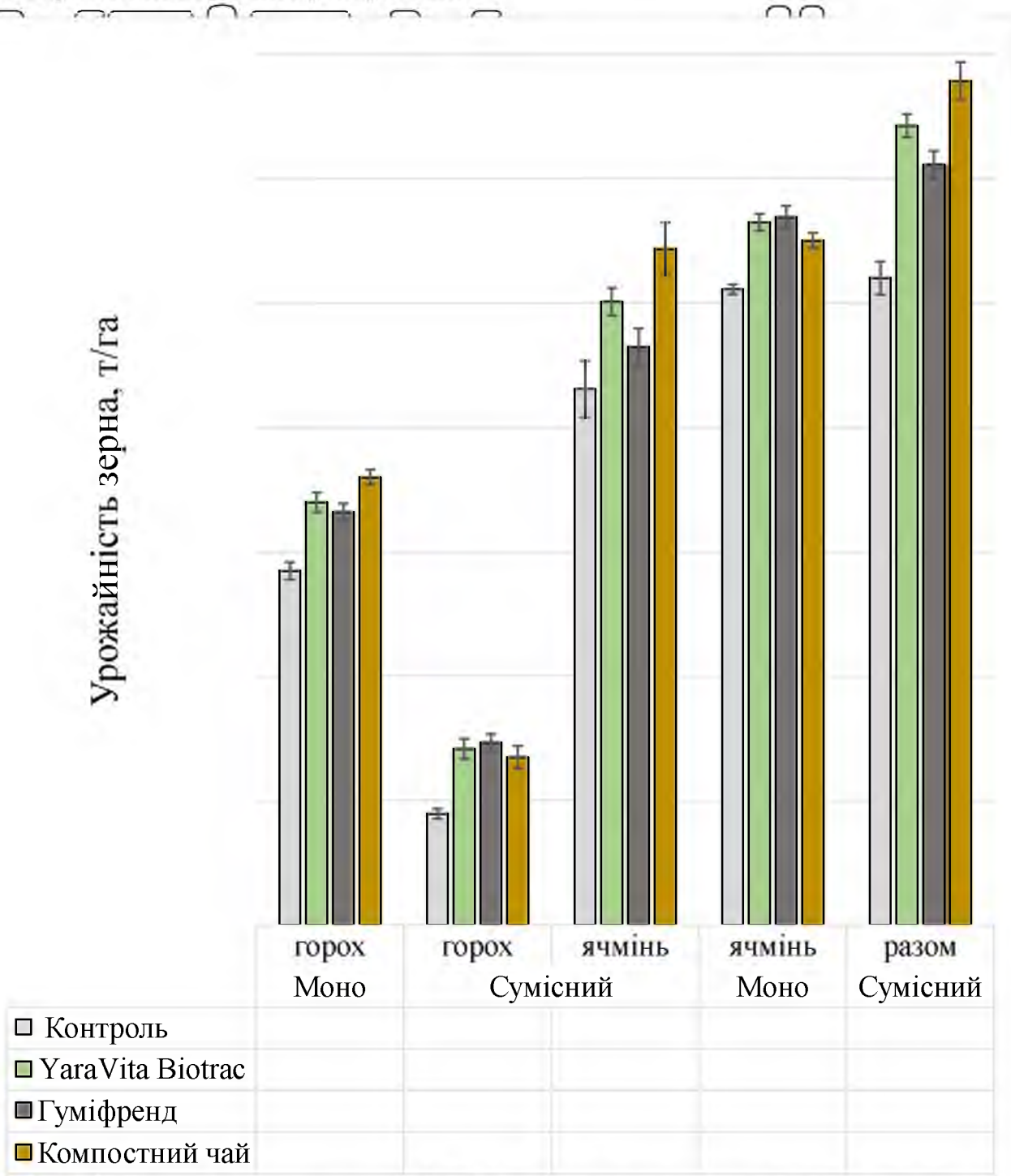


Рис. 4.1. Урожайність зерна

Урожайність сумісних посівів на контрольному варіанті була на рівні з контролем монопосіву ячменю. Застосування біостимуляторів дало істотну прибавку до врожаю. За використання Гуміфренд вона становила 0,91 т/га (+17,5 %), при застосуванні YaraVita Biotrac 1,22 т/га (23,5 %), а у варіанті з компостним чаєм – 1,59 т/га (30,6 %). В розрізі культур біостимулянти по різному впливали на рівень врожайності.

Урожайність бобового компоненту в сумісному посіві на контрольному варіанті становила 0,89 т/га, а при обробці біостимулянтами зростала на 0,46–0,58 т/га (+51,7–65,2%). В ячменю приріст порівняно з контролем (4,31 т/га)

суттєво різнився від біостимулянта. Найменший приріст був від обробки Гуміфрендом – 0,34 т/га, тоді як від обробки YaraVita Biotrac він становив 0,7 т/га, а компостного чаю – 1,13 т/га. Приріст врожаю злакового компоненту становив 8–26 %, тоді як в бобового – 51,7–65 %, тому біостимулянти в першу

чергу підвищували конкурентоздатність гороху, та впливали на урожайність обох складових сумісного посіву.

Побічна продукція рослинництва – солома часто використовується у якості корму. Солома злакових культур низька за поживністю, тому більша частина використовується як підстилка. В той же час солома бобових культур багата на

білок, тому є хорошим кормом. У сумісних посівах солома бобових та злакових рослин змішана, тому така суміш має вищий вміст білка, ніж солома злакових.

Іншим важливим аспектом є кількість соломи, тому що вона може показати вплив біостимуляторів на формування вегетативних органів, а не лише насіння.

За урожайністю соломи посіви гороху на окремих варіантах не поступалися сумісним посівам, або посівам ячменю, а інколи були продуктивнішими (рис. 4.2).

Вплив біостимуляторів на урожайність соломи був відмінним від урожайності зерна. У посівах гороху на контрольному варіанті та при обробці Гуміфрендом та YaraVita Biotrac різниця в урожайності соломи була несуттєвою,

бо формувалося 3,60–3,68 т/га, а при обробці компостним чаєм цей показник істотно зростав до 4,14 т/га.

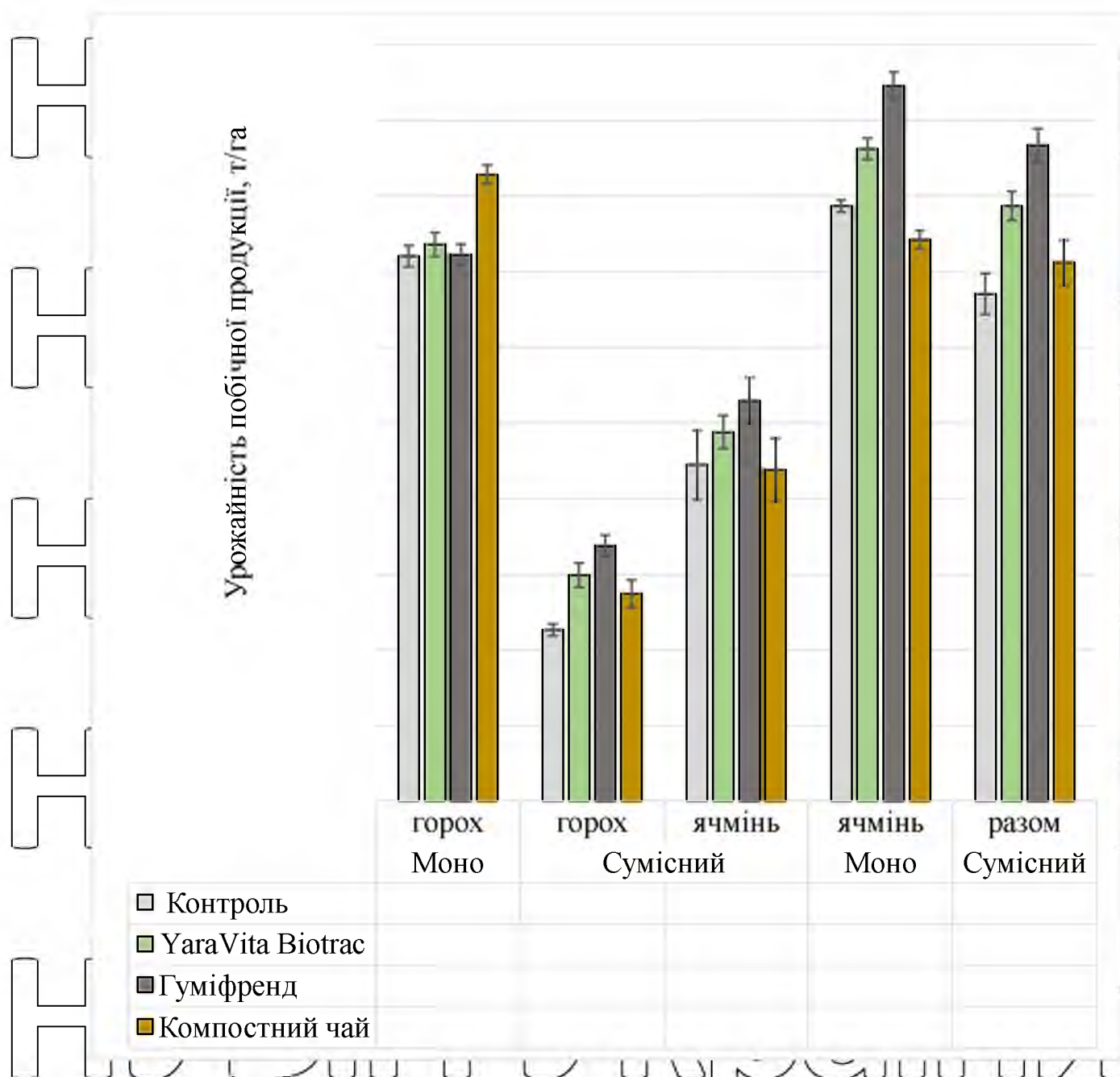


Рис. 4.2. Урожайність побічної продукції

В посівах ячменю формувалося 3,93 т/га, в при обробці компостним чаєм соломи було істотно менше – 3,71 т/га (–0,22 т/га), при внесенні YaraVita Biotrac це значення зросло до 4,31 т/га, а при внесенні Гуміфренду до 4,73 т/га.

Вихід соломи з сумісних посівів був нижчим, ніж з посівів ячменю. На контрольному варіанті сумісні посіви формували 3,36 т/га, а при обробці компостним чаєм цей показник несуттєво зростав до 3,56 т/га. Застосування YaraVita Biotrac давало приривок 0,57 т/га, а Гуміфренду 0,98 т/га. В розрізі

компонентів Гуміфренд давав істотну прибавку як в гороху так і ячмені. За абсолютними значенням компостний чай не давав прибавку порівняно з контролем у злакового компоненту, але впливав на кількість соломи з бобового.

Вплив YaraVita Biotrac був приблизно однаковий для бобового і злакового компоненту.

#### 4.2. Вміст білка в зерні гороху та ячменю

Цінність зерна на кормові та продовольчі цілі визначається вмістом білка.

У випадку з горохом високий вміст білка свідчить про вищий вміст перетравного протеїну. У випадку з ячменем високий вміст білка корисний для кормових цілей, але є обмеженим для використання в пивоварних цілях.

Вміст білка в зерні (таблиця 4.1) оцінювався за результати дисперсійного аналізу (таблиця 4.2) за трьома факторами: виробнича система, культура (горох, ячмінь), обробка препаратами (3 препарати + контроль).

Таблиця 4.1  
Вміст білка в основній продукції, %

Виробнича система	Культура	Обробка препаратом				Середнє по культурі ( $HP_{0,5} = 0,2\%$ )
		Без обробки (контроль)	YaraVita Biotrac	Гуміфренд	Компостний чай	
Монопосів	Горох	24,0	23,4	23,8	23,5	23,7
Сумісний посів	Горох	24,1	24,5	24,9	25,2	24,7
Монопосів	Ячмінь	9,9	10,5	10,2	10,6	10,3
Монопосів	Ячмінь	10,1	10,4	10,5	10,4	10,4
Середнє по препаратам ( $HP_{0,5} 0,2\%$ )		17,0	17,2	17,4	17,4	17,3
HP <sub>08</sub> загальний		0,4				x

В середньому по взаємодії культури та виробничої системи вміст білка в ячменю різнився неістотно (10,3 та 10,4 при  $F_{0,05} = 0,22\%$ ), тоді як в гороху ці значення становило в середньому  $1\%$  (23,7 і 24,7 %) на користь сумісного посіву.

За середнім вмістом білка всі препарати давали істотну прибавку порівняно з контролем, але Гумфіренд та компостний чай також дозволили сформувати істотно більше білка порівняно з YaraVita Biotrac. Якщо розглядати окремо по культурі і виробничій системі, то вплив препаратів був дуже різним. Бо в одних випадках вміст білка зростав, а в інших зменшувався.

Оскільки культури в зерні формують надто різну кількість білку, то фактор «культура» і взаємодії, що його включають при розгляді результатів дисперсійного аналізу можна не враховувати. В такому разі високий вплив на зміну показника вмісту білка матиме виробнича система ( $MS = 2,71$ ) та препарат ( $MS = 0,37$ ).

Таблиця 4.2

Дисперсійний аналіз показника «вміст білка»

Фактор/взаємодія	df	S <sup>2</sup>	MS	F	p
Виробнича система	1	2,71	2,71	38,7	0,000001
Культура	1	2301,87	2301,87	32883,9	0,000000
Препарат	3	1,12	0,37	5,4	0,004191
Виробнича система*Культура	1	3,31	3,31	47,2	0,000000
Виробнича система*Препарат	3	1,57	0,52	7,5	0,000635
Культура*Препарат	3	0,55	0,18	2,6	0,066064
Виробнича система*Культура*Препарат	3	0,67	0,22	3,2	0,037199
Error	32	2,24	0,07		
Total	47	2314,04			

### 4.3 Елементи структури врожаю

Основні елементи структури врожаю гороху та ячменю істотно варіювали від виробничої системи, а обробка біостимулянтами вносила певні коливання, які не завжди були суттєвими (таблиця 4.3)

Таблиця 4.3

Виробнича система	Горох					Ячмінь			
	Обробка біостимулянтами*	Густина стояння, шт./м <sup>2</sup>	Маса зерна з рослини, г	Маса 1000 насінин, г	Кількість насінин з рослини	Густина стояння, шт./м <sup>2</sup>	Маса зерна з колоса, г	Маса 1000 насінин, г	Кількість насінин в колосі, шт.
Монопосів	B1	69	4,12	215	19,2	505	1,01	45,2	22,4
	B2	70	4,85	223	21,8	513	1,10	48,1	22,9
	B3	69	4,81	214	22,5	544	1,05	44,7	23,4
	B4	72	5,00	225	22,2	548	1,00	46,3	21,7
Сумісний посів	B1	48	1,86	182	10,2	362	1,19	49,2	24,2
	B2	53	2,67	196	13,6	414	1,21	49,4	24,5
	B3	58	2,53	193	13,1	376	1,24	51,1	24,2
	B4	54	2,50	185	13,5	385	1,41	52,7	26,8
НІР <sub>05</sub>		4,2	0,34	7,2	1,4	24	0,14	2,9	1,1

\*B1 – контроль (без біостимулянтів); B2 – YaraVita Biotrac; B3 – Гуміфренд; B4 – компостний чай.

Густина стояння рослин в посівів гороху істотно не різнилася між варіантами та становила 69–72 шт/м<sup>2</sup>, що не сильно відрізнялось від густоти на момент сходів. В сумісному посіві спостерігалось певне зменшення рослин гороху, що пов'язано з конкуренцією з ячменем. Використання біостимулянтів

дозволило більшій кількості рослин вижити – 53–58 шт./м<sup>2</sup> порівняно з 48 шт./м<sup>2</sup> на контролі.

У ячменю важливим чинником, що впливає на урожайність є густина стояння пагонів, яка лише опосередковано залежить від густоти стояння рослин.

В сумісних посівах норма висіву і густина стояння рослин менша, проте через наявність вільної екологічної ніші та надходження певної кількості азоту від ризосфери гороху рослини можуть краще куштитися. В монопосівах ячменю кількість пагонів на контрольному варіанті становила 505 шт./м<sup>2</sup>, за обробки

YaraVita Biotrac зростала неістотно (+8 пагонів/м<sup>2</sup>), а при обробці Гуміфрендом

та компостним чаєм приріст був суттєвим (+39 та +43 пагони/м<sup>2</sup> відповідно). В сумісних посівах кількість пагонів на контролі становила 362 шт./м<sup>2</sup>, а от при застосуванні YaraVita Biotrac істотно зростала (414 шт./м<sup>2</sup>), а при внесенні інших біостимулянтів істотно не різнилася.

За показниками маси зерна з рослини у гороху за сумісних та монопосівів була істотна різниця за абсолютними значеннями, проте спостерігалася подібна реакція на біостимулянти. За монопосіву приріст до маси зерна з рослини становив 0,69–0,88 г (16,7–21,4 %) порівняно з контролем (4,12 г), а за сумісного також був подібним за абсолютним значенням (0,64–0,81 г), але суттєво вищим за відносним показником (34,4–43,5 %) до контролю (1,86 г).

В ячменю в монопосівів середня маса насіння (1,00–1,10 г) з колоса істотно не варіювала залежно від обробки препаратами, але була істотно меншою за відповідні варіанти у сумісних посівах (1,19–1,41 г). Використання компостного чаю також давало істотну прибавку до маси зерна з колоса у сумісних посівах порівняно з іншими варіантами. В сумісних посівах маса 1000 зерен та кількість зерна в колосі була більшою, ніж в монопосівах, в основному завдяки меншій кількості колосів.

Роль густоти стояння колосів у формуванні урожайності ячменю є значно сильнішою, тому продуктивність злакового компоненту в сумісному посіві поступається продуктивності чистого.

## РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ ВІД ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ ТА ЯЧМЕНЮ В СУМІСНИХ ПОСІВАХ

Економічна ефективність від вирощування культур в сумісних посівах та в чистих відрізняється за підходом до її розрахунку та наявністю витрат, які можуть бути відсутніми у іншій виробничій системі.

До основних статей витрат на вирощування сільськогосподарської продукції відносяться витрати на систему удобрення, оренду землі, насіння, засоби захисту, паливно-мастильні матеріали, оплату праці, амортизацію, проведення післязбиральної доробки та сушіння.

За методикою досліджуваної системи вирощування за чистих та сумісних посівів відповідала критеріям органічного виробництва, оскільки не вносилися синтетичні добрива, хімічні засоби захисту посівів та не використовувалися протруйники. Така система вирощування несе в собі ризики, оскільки якість та кількість продукції може знижуватися за впливу біотичних чинників – забур'яненості, шкідників та хвороб.

Ціна реалізації органічної продукції, якщо вона відповідає вимогам стандарту вища, ніж за інтенсивних технологій, що дозволяє компенсувати нижчу продуктивність посівів. Для чистоти експерименту ціна продукції була ринковою на момент розрахунку (5.10.2023). Для гороху вона становила 7000 грн/т, а для ячменю 3600 грн/т.

Основна відмінність у структурі витрат при вирощуванні культур в сумісних посівах – це більші затрати на паливно-мастильні матеріали для проведення «другої» сівби, більш затрати на насіння та розділення бобового і злакового компоненту після збирання.

Економічна ефективність від впровадження сумісних посівів зазначена в таблиці 5.1. З огляду на обов'язковість проведення певних операцій у сумісних посівах, вони характеризуються вищим рівнем затрат (16,3–19,0 тис. грн/га), ніж чисті посіви ячменю (9,8–12,5 тис. грн/га) чи гороху (13,0–15,7 тис. грн/га).

Таблиця 5.1

Економічна ефективність вирощування ячменю та гороху в сумісних та  
одинарних посівах

Виробнича система	Обробка посівів	Урожайність, т/га	Вартість валової продукції, тис. грн/га	Заграти на вирощування, тис. грн/га	Умовно чистий прибуток, тис. грн/га	Рентабельність, %
Горох, монопосів	B1	2,85	19,4	13,0	6,3	48,4
	B2	3,40	23,8	15,7	8,0	51,1
	B3	3,32	23,2	14,3	8,9	62,0
	B4	3,60	25,2	14,6	10,6	72,1
Сумісний посів	B1	5,2	19,2	16,3	2,9	17,9
	B2	6,42	27,9	19,0	8,9	47,3
	B3	6,11	27,0	17,6	9,4	53,6
	B4	6,79	29,0	17,9	11,2	62,4
Ячмінь монопосів	B1	5,11	18,4	9,8	8,6	87,5
	B2	5,65	20,3	12,5	7,8	62,5
	B3	5,69	20,5	11,1	9,4	84,4
	B4	5,50	19,8	11,4	8,4	73,6

\*Реалізаційна ціна ячменю 3600 грн/т, гороху 7000 грн/т

\*\* в сумісних посівах - сума вартості валової продукції гороху та ячменю

Найнижча вартість валової продукції за кожної системи вирощування була за контрольного варіанту (без обробки препаратами), а залежно від системи вона зростала пропорційно у чистих посівів, або коєкадно у сумісних, бо вартість реалізації гороху та ячменю різнилася майже у два рази за тону.

Слід відмітити, що умовно чистий прибуток від вирощування ячменю в чистому посіві мало варіював від варіанту обробки препаратами, а у випадку

застосування YaraVita Biotrac навіть знижувався на 0,8 тис. грн/га внаслідок дороговизни препарату та незначного приросту врожаю. Лише варіант з внесенням Гуміфренд давав приріст до прибутку порівняно з контролем (+0,8 тис. грн/га), а рівень рентабельності становив 84,4 %.

У чистих посівах гороху найнижчий прибуток був за контрольного варіанту – 6,3 тис. грн/га, проте за використання YaraVita Biotrac він зростав на 1,7 тис. грн/га, а при використанні Гуміфренд – на 2,6 тис. грн/га. Найвищий прибуток за вирощування гороху можна отримати при використанні компостного чаю – 10,6 тис. грн/га при рівні рентабельності 72,1 %.

Сумісні посіви в зв'язку з збільшенням виробничих витрат за рівнем рентабельності поступалися чистим посівам, але за умовно чистим прибутком були цікаві варіанти. Найнижчий умовно чистий прибуток в досліді був на контрольному варіанті сумісних посівів – 2,9 тис. грн/га при рівні рентабельності 17,9 %. При використанні YaraVita Biotrac умовно чистий прибуток становив 8,9 тис. грн/га, що вище відповідних варіантів чистих посівів гороху та ячменю. У варіанті з використання Гуміфренд чистий прибуток становив 9,4 тис. грн/га, що було на рівні з відповідним варіантом ячменю. Найвищий прибуток на рівні 11,2 тис. грн/га був за використання компостного чаю, а рівень рентабельності при цьому становив 62,4 %.

Сумісні посіви показують високу економічну ефективність за чистим прибутком при використанні біопрепаратів, але потребують наявності матеріально-технічної бази та більших затрат на вирощування.

## ВИСНОВКИ

Незважаючи на складні умови під час проростання чисельність рослин гороху в досліді відповідала, або була більшою за планові показники – 70 шт./м<sup>2</sup> в чистих та 64 шт./м<sup>2</sup> в сумісних посівах. Густота стояння рослин ячменю на момент сходів в чистих посівах була нижчою за очікувану (273 шт./м<sup>2</sup>), а в сумісних перевищувала цільове значення (130 шт./м<sup>2</sup>).

Сира біомаса посівів на 30 добу вегетації становила 142,8 г/м<sup>2</sup> у гороху, 220 г/м<sup>2</sup> в ячменю та 251 г/м<sup>2</sup> в сумісному посіві. Фенологічні фази на момент відбору зразків: горох – 4-5 листка, ячмінь середина кушіння.

Суха та сира біомаса посівів на 60 добу вегетації різнилася від виробничої системи. Сира біомаса посіву гороху була на рівні 1832–1954 г/м<sup>2</sup>, тоді як в посіві ячменю – 1688–1885 г/м<sup>2</sup>. Сира біомаса сумісного посіву становила 1985–2354 г/м<sup>2</sup>, а частки злакового і бобового компоненту були на одному рівні.

За накопиченням сухої біомаси чисті посіви ячменю (526–574 г/м<sup>2</sup>) суттєво перевищували чисті посіви гороху (392–418 г/м<sup>2</sup>). Продуктивність окремих варіантів сумісних посівів перевищувала продуктивність чистого посіву ячменю.

За обробки сумісного посіву препаратом YaraVita Biotrac формувалося 643 г/м<sup>2</sup> сухої біомаси, а у варіанту з компостним чаєм – 672 г/м<sup>2</sup>.

Повітряно-суха біомаса посівів гороху становила 645–774 г/м<sup>2</sup>, а посівів ячменю 905–1042 г/м<sup>2</sup>. Використання біостимуляторів у сумісних посівах дозволило тримати високий рівень біомаси з низькою варіацією за повтореннями – 1035–1045 г/м<sup>2</sup>. Співвідношення бобового та злакового компоненту за біомасою в сумісному посіві 1:2–3.

Найвища урожайність зерна була у сумісному посіві за використання компостного чаю – 6,79 т/га, що складався з 4,35 т/га зерна гороху та 5,44 т/га зерна ячменю. Урожайність чистих посівів гороху була в межах 2,85–3,60 т/га, а ячменю 5,11–5,69 т/га.

Вміст білка в насінні залежить від виробничої системи та обробки препаратами. Ефект від препаратів на вміст білка істотний при вирощуванні

культур в сумісних в посівах, тоді як в монопосівах цей показник майже не варіює. Середній вміст білка в гороші в монопосів 23,7%, а в сумісних посівах 24,7%. Вміст білка в насіння ячменю 10,3–10,4%

Використання біостимулянтів дозволяє підвищити умовно чистий прибуток за усіх виробничих систем та культур порівняно з контрольним варіантом. Найвищий умовно чистий дохід можна отримати при вирощуванні сумісного посіву ячменю та гороху за обробки компостним чаєм – 11,2 тис. грн/га при рівні рентабельності 62,4%. Вирощування ячменю в чистому посіві характеризується вищою рентабельністю, бо має значно нижчий рівень затрат, ніж вирощування гороху.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

**ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ**

НУБІП України

Для збільшення виходу зерна з одиниці площі в зоні Правобережного Лісостепу України рекомендуємо:

1. Вирощувати горох та ячмінь в сумісних посівах за обробки біостимулянтами, як основного фактора підтримки стабільності бобового компоненту.

НУБІП України

2. Використовувати дворазово (в фазу кушіння та фазу колосіння) компостний чай в усіх посівах, що містять горох для отримання максимально рівня врожайності: 3,6 т/га зерна в монопосівів гороху та 6,7–6,8 т/га зерна з сумісних посівів.

НУБІП України

3. Для монопосівів ячменю використовувати Гуміфренд, що дозволить отримати 5,7 т/га зерна з кращим економічним ефектом (приріст прибутку 0,8 тис. грн/га).

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вишневська, О., Тугуєва, І., & Маркіна, О. (2018). Біологічна оцінка продуктивності гетерогенних посівів з участю люпину вузьколистого та злакових культур. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво, (64), 18-

30.  
2. Голодна А.В., Олійник К.М. Формування продуктивності люпином вузьколистим і пшеницею ярою за сумісного вирощування. Корми і кормовиробництво. 2016. Вип. 82. С. 142–148.

3. Голодна А.В., Павленко В.Ю. Формування продуктивності агроценозом люпину вузьколистого і вівса голозерного за сумісного вирощування в Північному Лісостепу. Корми і кормовиробництво. 2013. Вип. 76. С. 244–251

4. Гуміфренд. Комплексне добриво на основі гумату калію з мікроорганізмами. URL: <https://btu-center.com/dlya-sadu-ta-gorodu/biodobryva/gumifrend-kompleksne-dobryvo-na-osnovi-gumatu-kaliyu-z-mikroorganizmami/> (дата звернення 01.10.2023)

5. Дудка, М. І. (2018). Вирощування однорічних агрофітоценозів–резерв збільшення рослинного протеїну в північній частині Степу України. Зернові культури, (2, № 2), 287-293.

6. Заєць, С. О., & Фундират, К. С. (2015). Осінній розвиток тритикале озимого в чистих і сумісних посівах з ріпаком озимим і викою озимою на зрошуваних землях. Зрошуване землеробство, (63), 64-67.

7. Каленська, С. М., & Гордина, О. Ю. (2023). Асиміляційна поверхня пшениці озимої залежно від передпосівної обробки насіння біологічними препаратами. Новітні агротехнології, 11(2).

8. Качмар, О., Вавринович, О., Дубицький, О., Дубицька, А., & Щерба, М. (2018). Формування поживного режиму ґрунту в короткоротаційних сівозмінах. Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія, (22 (2)), 25-28.

9. Ковтун, К. П., & Матіяш, Н. О. (2015). Вплив бактеріальних препаратів на хімічний склад і якість корму одновидових посівів вівса, вики ярої, гороху кормового (пелюшки) та їх сумішок в умовах Лісостепу правобережного. Корми і кормовиробництво, (81), 46-51.

10. Колесніков, М. О., & Пащенко, Ю. П. (2022). Продукційний процес гороху посівного (*Pisum sativum* L.) за дії Ризогуміну та біостимуляторів в умовах Південного Степу України. Зб. наук. праць «Агробіологія», (1), 24-35.

11. Петриченко, В. Ф., & Гетман, Н. Я. (2006). Ефективність використання агрометеорологічних ресурсів різночасно досягаючими

сумішками ранніх ярих культур при конвеєрному виробництві зелених кормів в Лісостепу. Корми і кормовиробництво. – Вінниця: Тезис, 3-7.

12. Рожков, А. О., Каленська, С. М., Пузік, Л. М., Музафаров, Н. М. (2016). Дослідна справа в агрономії. Книга друга : Статистична обробка результатів агрономічних досліджень. Харків, 298 с.

13. Рожков, А. О., Пузік, В. К., Каленська, С. М., Пузік, Л. М. та ін. (2016). Дослідна справа в агрономії. Книга перша : Теоретичні аспекти дослідної справи. Харків : Майдан, 316 с.

14. Стригун, В. М., & Діденко, А. М. (2023). ВІДНОВЛЕННЯ ПОСІВНИХ ЯКОСТЕЙ НАСІННЯ У НАСІННИЦТВІ ГОРОХУ ОВОЧЕВОГО (*Pisum sativum* L.). Біорізноманіття, екологія та експериментальна біологія, 24(2), 38-47.

15. Шувар, А. М., Рудавська, Н. М., & Беген, Л. Л. (2019). Особливості формування продуктивності змішаних посівів зернових і зернобобових культур. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво, (65), 156-167.

16. Шувар, А., Рудавська, Н., & Беген, Л. (2019). Продуктивність сумісних агроценозів ярих зернових і зернобобових культур. Вісник аграрної науки, 97(7), 36-41.

17. Abdullah, I.; Hesham, A.; Mahmoud, W.; Mekhled, A.; Abdullah, A.; Yaser, H.D. Improvement in Growth, Yield, and Fruit Quality of Three Red

18. Ali Raza, M.; Hayder Bin Khalid, M.; Zhang, X.; Yang Feng, L.; Khan, I.; Jawad Hassan, M.; Ahmed, M.; Ansar, M.; Kai Chen, Y.; Fang Fan, Y.; et al. Sweet pepper Cultivars by Foliar Application of Humic and Salicylic Acids. *J. Comput. Theor. Nanosci.* 2019, 29, 4687–4693.
19. Allahverdiyev, S.R.; Kirdar, E.; Gunduz, G.; Kadimaliyev, D.; Revin, V.; Filonenko, V.; Rasulova, D.A.; Abbasova, Z.I.; Ganizade, S.I.; Zeynalova, E.M. Effect of planting patterns on yield, nutrient accumulation and distribution in maize and soybean under relay intercropping systems OPEN. *Sci. Rep.* 2019.
20. Aminifard, M.H.; Aroiee, H.; Nemati, H.; Azizi, M.; Jaafar, Z.E. Fulvic acid affects pepper antioxidant activity and fruit quality. *Afr. J. Biotech.* 2012, 11, 13179–13185.
21. Andersen, M.K.; Hauggaard-Nielsen, H.; Ambus, P.; Jensen, E.S. Biomass production, symbiotic nitrogen fixation and inorganic N use in dual and tri-component annual intercrops. *Plant Soil* 2005, 266, 273–287.
22. Bedoussac, L.; Journet, E.P.; Hauggaard-Nielsen, H.; Naudin, C.; Corre-Hellou, G.; Jensen, E.S.; Prieur, L.; Justes, E. Ecological principles underlying the increase of productivity achieved by cereal-grain legume intercrops in organic farming. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 2015, 35, 911–935.
23. Chapagain, T.; Riseman, A. Barley-pea intercropping: Effects on land productivity, carbon and nitrogen transformations. *Field Crop. Res.* 2014, 166, 18–25.
24. Corre-Hellou, G.; Dibet, A.; Hauggaard-Nielsen, H.; Crozat, Y.; Gooding, M.; Ambus, P.; Dahlmann, C.; von Fragstein, P.; Pristeri, A.; Monti, M.; et al. The competitive ability of pea-barley intercrops against weeds and the interactions with crop productivity and soil N availability. *Field Crop. Res.* 2011, 122, 264–272.
25. Corre-Hellou, G.; Fustec, J.; Crozat, Y. Interspecific competition for soil N and its interaction with N<sub>2</sub> fixation, leaf expansion and crop growth in pea-barley intercrops. *Plant Soil* 2006, 282, 195–208.

26. Dordas, C.A.; Vlachostergios, D.N.; Lithourgidis, A.S. Growth dynamics and agronomic-economic benefits of pea-oat and pea-barley intercrops. *Crop Pasture Sci.* 2012, 63, 45.

27. Dudchenko, V. I. (2017). Productivity of mixed sowings of field pea and companion crops when growing for green mass. *Feeds and Feed Production*, (84), 103-107.

28. Fukami, J.; Ollero, F.J.; de la Osa, C.; Megías, M.; Hungria, M. Co-inoculation of maize with *Azospirillum brasilense* and *Rhizobium tropici* as a strategy to mitigate salinity stress. *Funct. Plant Biol.* 2018, 45, 328.

29. Ghaley, B.B.B.; Hauggaard-Nielsen, H.; Høgh-Jensen, H.; Jensen, E.S.S. Intercropping of wheat and pea as influenced by nitrogen fertilization. *Nutr. Cycl. Agroecosystems* 2005, 73, 201–212.

30. Hauggaard-Nielsen, H.; Andersen, M.K.; Jørnsgaard, B.; Jensen, E.S. Density and relative frequency effects on competitive interactions and resource use in pea-barley intercrops. *Field Crop. Res.* 2006, 95, 256–267.

31. Herrera, R.M.H.; Ruvalcaba, F.S.; Lopez, M.A.; Norrie, R.J.; Carmona, G.H. Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.). *J. Appl. Phycol.* 2014, 26, 619–628.

32. Jameson, P.E. Plant hormones in the algae. *Prog. Phycol. Res.* 1993, 9, 239–245.

33. Lindani, N.; Bvenura, C. Effects of the integrated use of effective micro-organisms, compost, and mineral fertilizer on greenhousegrown tomato. *Afr. J. Plant Sci.* 2012, 6, 120–124.

34. Litterick, A.M.; Harrier, L.; Wallace, P.; Waston, C.A.; Wood, M. The role of uncomposted materials, compost, manures and compost extracts in reducing pests and diseases incidence and severity in sustainable temperate agricultural and horticultural crop production. *Plant Sci.* 2004, 23, 453–479.

35. Meshref, H.A.; Rabie, M.H.; El-Ghamry, A.M.; El-Agamy, M.A. Maximizing utilization of compost addition using foliar compost extract and humic

substances in alluvial soil. *J. Soil Sci. Agric. Eng. Mansoura Univ.* 2010, 1, 957–

971.

36. Ozbay, N.; Demirkiran, A.R. Enhancement of growth in ornamental pepper (*Asapsicum annuum* L.) Plants with application of a commercial seaweed product, stimplex. *Appl. Ecol. Environ. Res.* 2019, 17, 4361–4375.

37. Rabab, M.; Noha, E.; Amina, A. Use of Some Biostimulants to Improve the Growth and Chemical Constituents of Sweet pepper. *Potravin. Slovak J. Food Sci.* 2019, 13, 553–561.

38. Rodriguez, C.; Carlsson, G.; Englund, J.E.; Flöhr, A.; Pelzer, E.; Jeuffroy,

M.H.; Makowski, D.; Jensen, E.S. Grain legume-cereal intercropping enhances the use of soil-derived and biologically fixed nitrogen in temperate agroecosystems. A meta-analysis. *Eur. J. Agron.* 2020, 118, 126077.

39. Shahen, S.G.; Abido, A.I.A.; Alkharpotly, A.A.; Radwan, F.I.; Mona,

M.Y. Seaweed Extract and Indoleacetic Acid Foliar Application in Relation to The Growth Performance of Sweet pepper Grown Under Net House Conditions. *J. Adv. Agric. Res.* 2019, 24, 354–369.

40. Steen Jensen, E.; Carlsson, G.; Hauggaard-Nielsen, H. Intercropping of

grain legumes and cereals improves the use of soil N resources and reduces the requirement for synthetic fertilizer N: A global-scale analysis. *Agron. Sustain. Dev.* 2020.

41. Van-Hees, P.A.; Jones, D.L.; Finlay, R.D.; Godbold, L.; Lundstrom, U.S.

The carbon we do not see the impact of low molecular weight compounds on carbon dynamics and respiration in forest soils: A review. *Soil Biol. Biochem.* 2005, 37, 1–

13

42. YaraVita Biotrac URL:

<https://www.yara.ua/products/yaravita/yaravita-biotrac> (дата звернення

01.10.2023)

НУБІП України