

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова праця  
на правах рукопису

ДАЦЬКО ОКСАНА МИКОЛАЇВНА

УДК 633.15:631.894(477.52)](043.5)

ДИСЕРТАЦІЯ  
ВПЛИВ ЗАСТОСУВАННЯ УДОБРЮВАЛЬНИХ ПРОДУКТІВ НА  
ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО  
ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

201 Агрономія  
20 Аграрні науки та продовольство  
Подається на здобуття наукового ступеня  
доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,  
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

 /О. М. Дацько/

Науковий керівник: Захарченко Еліна Анатоліївна  
Кандидат сільськогосподарських наук, доцент

СУМИ-2023

## АНОТАЦІЯ

Дацько О.М. Вплив застосування удобрювальних продуктів на продуктивність кукурудзи в умовах Північно-східного Лісостепу України. – Кваліфікаційна праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 Агронімія. – Сумський національний аграрний університет. Суми, 2023.

Удобрювальні продукти з вмістом ефективних мікроорганізмів, тобто тих, що мають здатність позитивно впливати на рослинні організми, вступаючи з ними в симбіоз, швидко з'являються на ринку України і стають все більш популярними, особливо серед агровиробників, які сертифікують продукцію як органічну. Такі добрива мають різні назви, деякі вчені називають їх біодобривами, інші – ґрунтовими (чи рослинними) пробіотиками, проте від їх назви не змінюється їх склад, що по суті є однаковим. На сьогоднішній день, біодобрива є одним із засобів, що дозволяють збільшити урожайність культур, які вирощуються органічним способом. Це відбувається за рахунок мобілізації макро- та мікроелементів, що містяться у ґрунті, завдяки роботі мікроорганізмів. Через свою відносно низьку ціну, внаслідок дешевої сировини та технології виробництва, а також встановленій ефективності, удобрювальні продукти з вмістом ефективних мікроорганізмів виходять на передній план.

Поряд з цим тривають активні дискусії щодо застосування основного обробітку ґрунту при вирощуванні кукурудзи. Відомо, що глибокий обробіток сприяє збільшенню врожайності культури, але негативно впливає на склад ґрунтової біоти. З іншого боку, поверхневий обробіток ґрунту або його відсутність (no-till) призводить до зменшення врожаю, але сприяє збереженню мікроорганізмів у ґрунтовому середовищі та поліпшенню його стану.

Таким чином, удобрювальні продукти стають цінним ресурсом для фермерів, які стикаються з проблемою зростання вартості неорганічних добрив. Відповідно до правила Organic Standard заборонено використання мінеральних добрив синтетичного виробництва.

Тим не менш, питання вибору оптимального методу обробітку ґрунту для вирощування кукурудзи за органічною технологією залишається відкритим, оскільки воно вимагає компромісу між врожайністю та збереженням біологічного різноманіття ґрунту.

Досліди проводились на полях стаціонарного дослідження Навчально-наукового виробничого комплексу Сумського національного аграрного університету, на сертифікованій органічній ділянці. Ґрунт ділянки - чорнозем типовий слабовилугований малогумусний середньосуглинковий на лесі. У результаті проведення досліджень було вивчено вплив удобрювальних продуктів, що містять ефективні мікроорганізми у своєму складі та основного обробітку ґрунту на гібриди кукурудзи із відмінним ФАО. Насіння кукурудзи було інокульовано VITAMIN O7 (має порошкоподібну форму) та LEANUM (рідка форма). Також, використовували комбіновані обробки, зокрема у фазу BBCH<sub>13</sub> проводили першу обробку LEANUM по листу, а у фазу BBCH<sub>17</sub> – другу, залежно від варіанту. Досліджувались також чотири фони обробітку ґрунту: оранка та плоскорізний обробіток на глибину 25-28 см, а також дискування на глибину 15-18 см та 5-8 см.

У результаті досліджень було встановлено, що на висоту рослин за вирощування Гармоніуму (ФАО 380) суттєвий вплив виявив плоскорізний обробіток ґрунту на глибину 25-28 см, при цьому на всіх варіантах обробки удобрювальними продуктами найбільшого впливу мали комбіновані обробки (інокуляція VITAMIN O7 + 1 LEANUM фоліарно, інокуляція VITAMIN O7 + 2 LEANUM по листу, інокуляція LEANUM + 1 LEANUM фоліарно та інокуляція LEANUM + 2 LEANUM по листу), або ж лише обробки по листу (1 LEANUM та 2 LEANUM).

Доведено, що інокуляція не виявила жодного позитивного ефекту на висоту рослин. За вирощування Хемінгуею (ФАО 280), серед основних обробітків ґрунту на висоту рослин найкраще вплинули плоскорізний обробіток на глибину 25-28 см та дискування на глибину 15-18 см. Варто відмітити, що завдяки цьому на варіанті без застосування добривальних продуктів (контроль), висота рослин була суттєво вищою порівняно із іншими варіантами обробітку ґрунту. Вплив біодобрив на висоту рослин кукурудзи був суттєвим за комбінованих обробок добривальними продуктами (VITAMIN O7 + 1 LEANUM, VITAMIN O7 + 2 LEANUM, LEANUM +1 LEANUM та LEANUM +2 LEANUM) та обробках по листу (1 LEANUM та 2 LEANUM). Водночас, висота прикріплення першого качана для обох гібридів була вищою за виконання плоскорізного обробітку на глибину 25-28 см, не залежно від застосування добривальних продуктів. Тоді як на інших варіантах основного обробітку ґрунту позитивний ефект мали всі варіанти застосування біодобрива, окрім 1 LEANUM та 2 LEANUM.

Діаметр стебла обох гібридів був суттєво вищим за контроль на всіх варіантах обробітку ґрунту та застосування біодобрив, крім дискування на глибину 5-8 см. Так, за вирощування Гармоніуму не мали істотної відмінності варіанти використання добривальних продуктів по листу 1 LEANUM та інокуляція VITAMIN O7. Водночас, за вирощування Хемінгуею суттєво нижчі показники діаметру стебла були за виконання однієї обробки по листу (1 LEANUM) та комбінованого застосування біодобрив (VITAMIN O7 + 1 LEANUM, VITAMIN O7 + 2 LEANUM, LEANUM +2 LEANUM).

Площа листової поверхні за критерієм Дункана суттєво змінювалась за всіма досліджуваними факторами. Так, за вирощування Гармоніуму за виконання однієї обробки біодобривом фоліарно (1 LEANUM) на варіантах оранки та плоскорізний обробіток на глибину 25-28 см і дискування на глибину 15-18 см площа листової поверхні істотно збільшилась, тоді як на варіанті 2 LEANUM показник збільшився лише за виконання оранки 25-28 см. Також площа листової поверхні збільшилась за інокуляції VITAMIN O7 на

плоскорізнному обробітку на глибину 25-28 см і дискування на глибину 15-18 см. Серед комбінованих обробок біодобривами показник збільшився лише на варіанті LEANUM + 1 LEANUM за виконання дискування на глибину 15-18 см. За вирощування Хемінгуею на збільшення площі листової поверхні суттєво вплинули варіанти використання біодобрив. Зокрема, на всіх обробітках ґрунту, за виключенням дискування на глибину 5-8 см, позитивний вплив на показник мали комбіновані обробки біодобривами з інокулянтном та позакоренево (VITAMIN O7 + 1 LEANUM, VITAMIN O7 + 2 LEANUM, LEANUM + 1 LEANUM, LEANUM + 2 LEANUM) та тільки фоліарно (1 LEANUM та 2 LEANUM). Водночас, інокуляція мала позитивний вплив лише на варіанті дискування на глибину 15-18 см та застосуванні LEANUM.

Обробіток ґрунту та застосування біопрепаратів суттєво впливали на концентрацію хлорофілу *a* та загальної концентрації хлорофілу *a* і *b* за вирощування Гармоніуму. На контрольному варіанті з дискуванням на глибину 15-18 см відмічено найнижчі значення хлорофілу *a* та загального значення хлорофілів *a* і *b*. За вирощування Хемінгуею обробіток ґрунту і застосування біопрепаратів не вплинули на концентрацію пігментів.

Структура врожаю (довжина, діаметр, кількість рядів у качані, кількість зерен в одному ряді) відрізнялась для кожного з гібридів. Зокрема, за вирощування Гармоніуму на довжину качана істотно впливали варіанти обробітку ґрунту та біодобрив. Так, за оранки на глибину 25-28 см показник збільшився за фоліарного застосування 1 LEANUM та комбінованої обробки LEANUM + 1 LEANUM, за виконання плоскорізного обробітку на глибину 25-28 см - при використанні інокуляції LEANUM та комбінованих обробок удобрювальними продуктами VITAMIN O7 + 2 LEANUM, LEANUM + 1 LEANUM, а за дискування на глибину 15-18 см довжина качана подовжилася за інокуляції LEANUM та комбінованої обробки LEANUM + 2 LEANUM. Жоден із факторів, що досліджуються, не мав суттєвого впливу на діаметр качана і кількість рядів у качані, тоді як вплив на кількість зерен у ряді був суттєвим. Таким чином, усі варіанти обробітку вплинули на кількість зерна в

ряду порівняно з контролем, проте при виконанні плоскорізного обробітку на глибину 25-28 см кількість зерен була значно більшою, а при дискуванні на глибину 15-18 і 5-8 см було значно менше. При цьому жоден варіант біодобрив не мав істотного впливу саме на цей показник.

За вирощування Хемінгуею на довжину качана та його діаметр не мав позитивного впливу жоден із досліджуваних факторів. Водночас, за виконання оранки на глибину 25-28 см та обробки 1 LEANUM по листу, а також за дискування на глибину 5-8 см і комбінованої обробки удобрювальними продуктами LEANUM + 2 LEANUM кількості рядів у качані істотно збільшилась. Проте, жоден з варіантів не призвів до суттєвого збільшення кількості зерен в ряду.

При вирощуванні Гармоніуму приріст маси 1000 насінин був відмічений на варіанті оранка на глибину 25-28 см та варіанті з інокуляцією та дворазовим позакореневим підживленням LEANUM, при цьому урожайність гібриду порівняно з контролем зросла на 21,9 %. Урожайність зерна гібриду Хемінгуей була вище порівняно з контролем на 27,2 % на фоні інокуляції та двох підживлень LEANUM на фоні плоскорізного обробітку ґрунту.

Також варто додати, що виконання того чи іншого варіанту обробітку ґрунту та використання удобрювальних продуктів суттєво впливало на якісні показники врожаю. Так, наприклад, за вирощування Гармоніуму за оранки на глибину 25-28 см та обробки біодобривом по листу (2 LEANUM), а також за дискування на глибину 5-8 см разом з варіантами 1 LEANUM та інокуляції VITAMIN O7 спостерігалось збільшення вмісту протеїну. Стосовно вмісту олії, збільшення спостерігалось тільки при дискуванні на глибину 5-8 см та комбінованій обробці LEANUM + 1 LEANUM. Вміст крохмалю досягав найвищих значень при оранці на глибину 25-28 см і комбінованих обробках VITAMIN O7 + 2 LEANUM і LEANUM + 1 LEANUM. Збільшення вмісту золи спостерігалось при оранці на глибину 25-28 см і обробках 2 LEANUM, LEANUM і LEANUM + 2 LEANUM. За вирощування гібриду Хемінгуей було виявлено, що найбільші зміни в показниках вмісту протеїну, олії, крохмалю та

золи спостерігались при дискуванні на глибину 5-8 см та комбінованому обробітку з використанням VITAMIN O7 + 2 LEANUM. Коли застосовувалась оранка на глибину 25-28 см, значення показника олії збільшувалися на комбінованих варіантах обробки удобрювальними продуктами, а вміст крохмалю та золи залежав від глибини та типу обробітку ґрунту. Натомість, вміст клітковини не виявив суттєвих змін на жодному з варіантів.

Важливо врахувати кореляційні зв'язки між факторами, що досліджуються, та якістю зерна. Так, за вирощування Гармоніуму обробіток ґрунту та удобрювальні продукти не мали значного кореляційного зв'язку з вмістом білку у зерні кукурудзи. Обробіток ґрунту показує слабку негативну кореляцію з вмістом олії та крохмалю, але цей вплив компенсують біодобрива, проявляючи помірну позитивну кореляцію. Аналогічні залежності помічені також для вмісту золи та клітковини, де обробіток ґрунту показував негативну кореляцію, а удобрювальні продукти - позитивну. Також, всі обробітки ґрунту виявили помірну негативну кореляцію з клітковиною, тоді як біодобрива проявили слабку позитивну кореляцію. При вирощуванні Хемінгуею обробіток ґрунту мав слабку негативну кореляцію з вмістом олії, крохмалю та клітковини в зерні кукурудзи, і ці зв'язки були статистично значущими. Загалом біодобрива демонстрували слабку позитивну кореляцію з крохмалем, золою та клітковиною, що також було статистично значущим. Всі показники якості врожаю мали певний рівень позитивної кореляції один з одним, крім клітковини, яка проявляла середню негативну кореляцію з білком та олією. Водночас, для обох гібридів виявлено слабку зворотну залежність між обробітком ґрунту та урожайністю. У той же час, біодобрива демонструють слабку пряму залежність з урожайністю обох гібридів.

Під час проведення досліджень вивчався також вплив обробітку ґрунту на вологість та целюлозоруйнівну здатність ґрунту. За дисперсійним аналізом було встановлено, що вплив обробітку на вологість ґрунту є значущим, що в підсумку впливає і на ефективність біодобрив. Зокрема, показник вмісту вологи перед сівбою вказував на те, що на плоскорізному обробітку на

глибини 25-28 см вологість суттєво менша за контрольний обробіток (оранка). У свою чергу, кореляційний аналіз вказує, що суттєвий вплив був виявлений не через сільськогосподарський агрегат, що використовувався для обробітку, а завдяки глибині цього обробітку та кількості вологи, що була доступна завдяки опадам в кожному з досліджуваних років.

Водночас, під час вивчення целюлозоруйнівної активності досліджувався не лише вплив обробітку ґрунту, а й інокуляції VITAMIN O7 та LEANUM. Так, було встановлено, що інокуляція не мала жодного позитивного ефекту на досліджуваній показник, однак, обробіток ґрунту мав. Проведення осіннього основного обробітку ґрунту суттєво впливає на активність ґрунтової біоти. Наприклад, на глибині 0-10 та 10-20 см, показники розкладання тканини були приблизно однакові для всіх варіантів обробітку, за винятком дискування на глибину 15-18 см, де були виявлені значно нижчі показники. Однак, на глибині 20-30 см, найнижчі значення активності біоти були помічені на оранці на глибину 25-28 см та плоскорізного обробітку на глибину 25-28 см, тоді як на більш мілких обробітках значення були вищими, хоч і не суттєво.

В роботі представлено вперше запропонований спосіб інокуляції насіння під час сівби, що передбачає зменшення залучення робочої сили до цього процесу та зменшення енергозатрат. Це може відбуватись шляхом проведення інокуляції безпосередньо в полі, при цьому весь розчин потрапляє на насінину, а не в ґрунт. Така процедура забезпечується шляхом переобладнання посівної машини та встановлення на неї деяких додаткових елементів. За цим способом покриття насінини інокулянтном одночасно з надходженням насінини у ґрунт є кращим порівняно із нанесенням його перед сівбою заздалегідь, особливо враховуючи те, що штами мікроорганізмів не повинні піддаватися прямим сонячним променям та можуть знижувати ефективність через пролонгацію часу після обробки до процесу сівби.

Аналіз економічної ефективності свідчить про те, що варіанти з найвищою врожайністю є найбільш прибутковими. Зокрема, за вирощування Гармоніуму найвищий прибуток (21305 грн/га) був одержаний за виконання



оранки на глибину 25-28 см та комбінованої обробки біодобривами LEANUM + 2 LEANUM. Водночас, за вирощування Хемінгуею найвищий прибуток (25722 грн/га) був одержаний за тієї ж комбінованої обробки біодобривами (LEANUM + 2 LEANUM), проте за виконання плоскорізного обробітку ґрунту на глибину 25-28 см.

У результаті проведених досліджень підвищення продуктивності різних гібридів забезпечується по-різному. Так, для Гармоніуму збільшення продуктивності відбулось за використання в якості основного обробітку ґрунту оранки на глибину 25-28 см, в той час як за вирощування Хемінгуею найвища врожайність була досягнута за виконання плоскорізного обробітку ґрунту на глибину 25-28 см. Проте, єдиним варіантом, що забезпечив достовірний приріст врожайності була комбінована обробка удобрювальними продуктами LEANUM + 2 LEANUM.

**Ключові слова:** інокуляція, добрива, *Zea mays* L., кукурудза, урожайність, обробіток ґрунту, мікробіологічна активність, біопрепарати, продуктивність, біометричні індикатори, гібрид, площа листкової поверхні, зерно, ґрунтові бактерії.

## ПЕРЕЛІК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### Статті у міжнародних наукометричних базах Web of Science/Scopus

1. Zakharchenko, E., **Datsko, O.**, Mishchenko, Y., Melnyk, A., Kriuchko, L., Rieznik, S., & Hotvianska, A. (2023). Efficiency of biofertilizers when growing corn for grain. *Modern Phytomorphology*, 17, 50-56. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7966053>

### Статті в наукових фахових виданнях України

1. **Дацько, О. М.** (2021). Рослинні пробіотики: вплив на рослини в умовах стресу. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*, 1 (43), 10-18. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.1.2>

2. **Дацько, О. М.**, Захарченко, Е. А. (2022). Особливості впливу основного обробітку ґрунту при вирощуванні кукурудзи. *Аграрні інновації*, 13 (7), 46-52. <https://doi.org/10.32848/agrар.innov.2022.13.7>

3. **Дацько, О. М.**, & Захарченко, Е. А. (2023). Активність целюлозоруйнівних бактерій за різних обробітків ґрунту та передпосівної інокуляції кукурудзи. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*, 51(1), 28-36. <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.1.4>

### Тези наукових доповідей

1. **Дацько, О. М.**, Захарченко, Е. А. (2020). Кількісні показники використання мінеральних і органічних добрив в Україні та Європі. «Гончарівські читання» : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 91-річчю з дня народження доктора

сільськогосподарських наук, професора Гончарова Миколи Дем'яновича, м.Суми , 25-26 травня 2020 р., 55-58.

2. **Дацько, О. М.** (2021). Проблеми удобрення при вирощуванні кукурудзи на силос та зерно в органічному землеробстві. Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (19-23 квітня 2021 р.), 41.

3. Zakharchenko, E., **Datsko, O.**, Shevchenko, M., Kalnaguz, A. (2021). Cellulose-destroying bacteria's activity of chernozem soils by different methods of tillage and Leanum usage. Book of abstracts 2nd International multidisciplinary conference for young researchers «Sustainable Development Trends and Challenges under COVID-19», (Sumy, 2021), 26-27.

4. **Дацько, О. М.** (2021). Вплив бактерій роду *Azotobacter* на фізико-хімічні властивості ґрунту. Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференція молодих вчених з нагоди Дня працівника сільського господарства «Сучасна наука: стан та перспективи розвитку», 32-34.

5. Zakharchenko, E., **Datsko, O.**, Mishchenko, Y., Butenko, S. Influence of fertiliser products on the yield and quality of corn grain. 4th International multidisciplinary conference for young researchers (MCYR) "Energy, Sustainability & Society" 5.-6. October 2023; Prague, Czech Republic, 25.

### **Патенти, авторські свідоцтва**

1. Шелест, М. С., **Дацько, О. М.**, Плавинський, В. І., Захарченко, Е. А., Зубко, В. М. (2022). Спосіб припосівної інокуляції насіння. Патент України 151278. Державне підприємство "Український інститут інтелектуальної власності".

## ABSTRACT

*Datsko O. M.* Influence of the fertilizer products usage on corn productivity in the northern-east Forest-Step of Ukraine. – Manuscript.

Thesis for a Doctor Philosophy (PhD): Specialty 201 “Agronomy”. Sumy National Agrarian University, Ministry of Education and Science of Ukraine. – Sumy, 2023.

Fertilizer products which have an effective microorganism as a component, for example, microorganisms that can benefit plant organisms due to symbiosis. Amount of this products increases extremely fast and are becoming increasingly popular, especially among agricultural producers who certify their products as organic. Fertilizers life this have a different name, some scientists call them biofertilizers, another – soil (or plant) probiotics, but the name doesn't change the composition, which is the same. Nowadays, biofertilizers are one of the ways which can increase the yield of crops grown by organic technology. This happens due to the mobilization of macro- and microelements contained in the soil, due to the work of microorganisms, cooperation them with plants. Fertilizer products with effective microorganisms present themselves as a result of their low cost, cheap ingredients, and small-cost production methods, despite their proven effectiveness.

The use of soil tillage in corn production is a topic of ongoing discussion at the moment. It is commonly accepted that deep tillage increases the yield of crops but has a negative impact on the biodiversity of the soil. On the other hand, top cultivation of the soil or its absence (no-till) reduces yield but helps to improve the condition of the soil by protecting the environment for microorganisms.

Farmers now have a great resource in fertilizer products as a result of the issue with inorganic fertilizer prices that are constantly growing. Due to the rule Organic Standard, using of synthetically produced mineral fertilizers is forbidden. Nevertheless, the question of choosing the optimal soil tillage method for growing

corn remains open, as it requires a compromise between yield and preservation of soil biodiversity.

The research led to the study of the effects of primary tillage and fertilizer products with effective microorganisms on corn hybrids with different FAO. It was established that flat-cut tillage to a depth of 25-28 cm had a significant effect on the height of plants when growing Harmonium (FAO 380), while in all variants of treatment with soil pro-prebiotics, combined treatments with fertilizer products (VITAMIN O7 + 1 LEANUM, VITAMIN O7 + 2 LEANUM, LEANUM +1 LEANUM and LEANUM +2 LEANUM), or processing by leaves (control +1 LEANUM and control +2 LEANUM). It is important to note that LEANUM is a liquid and that VITAMIN O7 is a powder. As a result, both fertilizer products were used for inoculation, whereas only LEANUM was used for leaf treatment. It has been proven that inoculation did not show any positive effect on plant height. For the cultivation of Hemingway (FAO 280), among the soil tillage, flat-cut tillage to a depth of 25-28 cm and disking to a depth of 15-18 cm had the best effect on plant height. Remarkably, compared to other tillage alternatives, the height of the plants was much higher in the option without the use of fertilizers (control) as a result. The effect of biofertilizers on the height of corn plants was significant only for combined treatments with fertilizers and foliar treatments. At the same time, the height of the cob attachment for both hybrids was higher than when flat-cut cultivation was performed to a depth of 25-28 cm. However, it is difficult to clearly identify which treatment with fertilizer products contributed to the increase in the indicator, since in almost all variants, except for the control + 2 LEANUM for disking to a depth of 5-8 cm, the indicator of the height of the cob attachment was higher than in the control. The diameter of the stem of both hybrids was also significantly affected by flat-cut tillage to a depth of 25-28 cm. At the same time, when growing Harmonium, for all tillage options, the highest values of stem diameter were recorded for LEANUM inoculation and the combined LEANUM + 2 LEANUM treatment. For Hemingway it is difficult to pinpoint the specific soil pro-prebiotic treatment that would guarantee an increase in this parameter.

With the exception of disking to a depth of 5-8 cm, which resulted in a significantly lower indication, the area of the leaf surface throughout the cultivation of Harmonium remained statistically unchanged for each of the tillage alternatives. At the same time, fertilizing products led to an increase in leaf surface area in all variants, except LEANUM and LEANUM + 2 LEANUM, compared to the control. The increase in the area of the leaf surface of Hemingway was significantly influenced by flat cutting to a depth of 25-28 cm and disking to a depth of 5-8 cm. Among the options for using biofertilizers, all options, except for LEANUM and VITAMIN O7 inoculation, led to a significant increase in the leaf surface area.

Tillage and the use of biofertilizers significantly influenced the concentration of chlorophyll *a* and the total concentration of chlorophyll *a* and *b* during the cultivation of Harmonium. Disking to a depth of 15-18 cm resulted in the lowest chlorophyll *a* and total chlorophyll values, a trend that was also observed for the other hybrid. During Hemingway's cultivation, tillage and the use of biological fertilizers did not affect concentration of pigment parameters.

The structure of the harvest indexes (length, diameter, number of rows in a cob, number of grains in one row) differed for each of the hybrids. In particular, when growing Harmonium, none of the options for the main tillage had a significant effect on the length of the cob, but combined treatments with fertilizer products (VITAMIN O7 + 2 LEANUM, LEANUM + 1 LEANUM and LEANUM + 2 LEANUM), leaf treatments (control + 1 LEANUM ) and LEANUM inoculation provided an increase in the index. The increase in the diameter of the cob occurred when performing plowing and flat cutting to a depth of 25-28 cm on the variant control +2 LEANUM. At the same time, statistically, the influence of tillage was not significant, in contrast to the use of biofertilizers. In particular, when compared with the control, the variants control +1 LEANUM, control +2 LEANUM and LEANUM had a significant positive effect. None of the investigated factors had a significant effect on the number of rows in a cob, while the effect on the number of grains in a row was significant. Thus, all tillage options had an effect on the indicator compared to the control, however, when performing flat-cut tillage to a depth of 25-28 cm, the

number of grains in a row was significantly greater, and when disking to a depth of 15-18 and 5-8 cm was significantly less. At the same time, no variant of biofertilizers had a significant impact.

None of the studied factors had a positive effect on the length of the cob and its diameter of Hemingway hybrid. At the same time, using of plowing to a depth of 25-28 cm and foliar application by 1 LEANUM, as well as disking to a depth of 5-8 cm and combined application of inoculant LEANUM and double foliar application LEANUM, the number of rows in the cob significantly increased. However, none of the options led to a significant increase in the number of grains in the row.

When growing Harmonium hybrid, an increase in the weight of 1000 seeds was noted in the variant of plowing to a depth of 25-28 cm and the variant with inoculation and two-time foliar application of LEANUM, the yield compared to the control increased by 21.9 %. The grain yield of the Hemingway hybrid was higher compared to the control by 27.2 % on the background of inoculation and two application of LEANUM on the background of flat-cut tillage.

It's also important to note that the usage of fertilizer products and the adoption of various soil cultivation techniques had a big impact on the harvest's quality indicators. So, for example, when growing Harmonium by plowing to a depth of 25-28 cm and treating with biofertilizer on the leaf (control + 2 LEANUM), as well as by disking to a depth of 5-8 cm together with control options + 1 LEANUM and inoculation with VITAMIN O7, an increase was observed protein content. With regard to oil content, an increase was observed only with disking to a depth of 5-8 cm and combined treatment with LEANUM + 1 LEANUM. The starch content reached the highest values when plowing to a depth of 25-28 cm and combined treatments VITAMIN O7 + 2 LEANUM and LEANUM + 1 LEANUM. An increase in the ash content was observed when plowing to a depth of 25-28 cm and treatments control + 2 LEANUM, LEANUM and LEANUM + 2 LEANUM. During the cultivation of the Hemingway hybrid, it was found that the greatest changes in the indicators of protein, oil, starch and ash content were observed when disking to a depth of 5-8 cm and combined processing with the use of VITAMIN O7 + 2

LEANUM. When plowing to a depth of 25-28 cm was used, the values of oil indicators increased on the combined options of treatment with fertilizer products, and the content of starch and ash depended on the depth and type of tillage. In contrast, the fiber content did not show significant changes in any of the variants.

It is important to take into account the correlations between the factors under investigation and grain quality. Thus, during the cultivation of Harmonium, tillage and fertilizing products did not have a significant correlation with the protein content of corn grains. Tillage shows a weak negative correlation with oil and starch content, but this effect is offset by biofertilizers, showing a moderate positive correlation. Similar dependences were also observed for ash and fiber content, where tillage showed a negative correlation, and fertilizer products showed a positive correlation. Also, all tillage showed a moderate negative correlation with fiber, while biofertilizers showed a weak positive correlation. Under Hemingway cultivation, tillage had a weak negative correlation with oil, starch, and fiber content of corn kernels, and these relationships were statistically significant. Overall, application of biofertilizers showed a weak positive correlation with starch, ash and fiber, which was also statistically significant. All indicators of crop quality had a certain level of positive correlation with each other, except fiber, which showed a moderate negative correlation with protein and oil. At the same time, a weak inverse relationship between tillage and yield was found for both hybrids. The production of both hybrids exhibits a poor direct association with biofertilizers at similarly.

During the research, the influence of tillage on soil moisture and cellulose-decomposing activity was also studied. According to dispersion analysis, the influence of tillage on soil moisture is significant. In particular, the indicator of moisture content before sowing indicated that in the flat-cut tillage to a depth of 25-28 cm, the field soil moisture content is significantly lower than after plowing. In turn, the correlation analysis indicates that a significant impact was found not due to the agricultural unit used for cultivation, but due to the depth of this cultivation and the amount of moisture that was available due to precipitation in each of the studied years.



At the same time, during the study of cellulose-decomposing activity, not only the influence of tillage, but also the inoculation of VITAMIN O7 and LEANUM was investigated. Thus, it was established that inoculation did not have any positive effect on the investigated indicator, however, tillage did. Carrying out the main autumn cultivation of the soil significantly affects the activity of the soil biota. For example, at a depth of 0-10 and 10-20 cm, the indicators of linen decomposition were approximately the same for all processing options, except for disking to a depth of 15-18 cm, where significantly lower indicators were found. However, at a depth of 20-30 cm, the lowest biota activity values were observed in the 25-28 cm plowing and 25-28 cm flat-cut treatments, while the shallower soil treatments had higher values, although not significant.

The thesis presents the first proposed method of seed inoculation during sowing, that reducing the involvement of labor in this process and reducing energy consumption. This can be done by inoculating directly in the field, solution covers seed directly by spraying. Such a procedure is ensured by converting the sowing machine and installing some additional elements. In this method, coating the seed with the inoculant at the same time as the seed enters the soil is better than applying it before sowing in advance, especially considering that the strains of microorganisms should not be exposed to direct sunlight and may reduce the effectiveness due to the prolongation of the time from treatment to the sowing process.

After analyzing the economic efficiency, it can be concluded that the options with the highest yield are the most profitable. In particular, for the cultivation of Harmonium, the highest profit (21,305 hryvnias/ha) was obtained for plowing to a depth of 25-28 cm and combined treatment with LEANUM + 2 LEANUM biofertilizers. At the same time, the highest profit (UAH 25,722/ha) for growing Hemingway was obtained with the same combined treatment with biofertilizers (LEANUM + 2 LEANUM), but with flat-cut tillage to a depth of 25-28 cm.

As a result of the conducted research, the increase in productivity of different hybrids is ensured in different ways. For example, for Harmonium, the increase in

productivity was ensured by the use of plowing to a depth of 25-28 cm as the main tillage, while for Hemingway the highest yield was achieved by flat-cut tillage to a depth of 25-28 cm. However, the only option that ensured a reliable increase in yield was the combined treatment with LEANUM + 2 LEANUM fertilizer products.

**Key words:** inoculation, fertilizers, *Zea mays*, maize, soil tillage, microbiological activity, bioproducts, productivity, biometrical indicators, hybrid, leaf surface area, grain, soil bacteria.

## ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ .....	1
ПЕРЕЛІК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ.....	100
ВСТУП.....	21
<b>РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ ОСНОВНИХ АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗЕРНОВОГО СПРЯМУВАННЯ.....</b>	<b>26</b>
1.1. Світові тенденції щодо селекції гібридів кукурудзи.....	26
1.2. Основний обробіток ґрунту як фактор регулювання розвитку рослин....	28
1.3. Реакція кукурудзи на внесення добрив в органічній та інтенсивній технологіях вирощування.....	31
1.4. Застосування біодобрив при вирощуванні кукурудзи на зерно.....	34
Висновки до розділу 1.....	43
<b>РОЗДІЛ 2. УМОВИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ .....</b>	<b>44</b>
2.1. Оцінка ґрунтово-кліматичних умов та місця дослідження.....	44
2.2. Характеристика досліджуваних гібридів кукурудзи та біодобрив.....	49
2.3. Схема досліду та методика проведення досліджень.....	52
Висновки до розділу 2.....	56
<b>РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ УДОБРЮВАЛЬНИХ ПРОДУКТІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ .....</b>	<b>577</b>
3.1. Біометричні показники рослин.....	57
3.2. Концентрація хлорофілу в рослинах.....	62
3.3. Урожайність кукурудзи.....	68
3.4. Якість зерна кукурудзи.....	77
Висновки до розділу 3.....	83
<b>РОЗДІЛ 4. ОБРОБІТОК ҐРУНТУ ТА БІОДОБРИВА ЯК ФАКТОРИ РЕГУЛЮВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ТА РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ .....</b>	<b>86</b>
4.1. Водний режим ґрунту.....	86
4.2. Целюлозоруйнівна активність ґрунту.....	89
4.3. Кореляційний аналіз факторів обробітку та біодобрив при вирощуванні кукурудзи.....	95

	20
4.4. Спосіб припосівної інокуляції насіння.....	104
Висновки до розділу 4.....	110
<b>РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ ЗА ОРГАНІЧНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ .....</b>	<b>1132</b>
Висновки до розділу 5.....	119
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>120</b>
<b>ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА.....</b>	<b>125</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>160</b>

## ВСТУП

**Обґрунтування теми дослідження.** Кукурудза (*Zea mays*) на зерно займає велику частку у структурі посівних площ України та експортується у великих кількостях. Так, за даними Міністерства аграрної політики та продовольства України, станом на липень 2023 року було експортовано 818 тис. тон зерна цієї культури, що за обсягом перевищує навіть кількість експортованої пшениці (Експорт з України зернових, зернобобових та борошна, 2023). Загалом, кукурудза є однією з найбільш поширених культур у структурі світового агровиробництва. Зазвичай її використовують для задоволення продовольчих потреб людства (крупя, борошно, крохмаль, олія), або для технічних цілей (декстрин, етиловий спирт).

Важливим елементом технології вирощування кукурудзи є удобрення, в т. ч. й удобрювальними продуктами, що містять у своєму складі ефективні мікроорганізми. Удобрювальні продукти – це певна субстанція, агент чи речовина, що може містити у своєму складі ефективні мікроорганізми, гриби, поживні елементи, ферменти і т. д., що виявляють позитивний ефект на рослини після їх застосування (Regulation (EU) 2019/1009, 2019). Тим більше, що вирощування кукурудзи за органічною технологією та застосування сертифікованих удобрювальних продуктів, зокрема біодобрив, що містять ефективні мікроорганізми, є наразі вельми актуальним.

З іншого боку, за вирощування кукурудзи важливо обрати правильний обробіток ґрунті, особливо в органік-технології. Наразі все більш популярними стають енергоощадні технології, що передбачають мілкий обробіток ґрунту, або його відсутність. Такі технології дійсно заощаджують кошти на паливо, зберігають ґрунт та його біоту, проте ефект на урожайність культури і досі дискутується.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, темами.** Дослідження за темою дисертаційної роботи виконане в Сумському національному аграрному університеті впродовж 2019-2022 років. Експериментальні та теоретичні

дослідження за темою дисертаційної роботи є складовою частиною тематичної програми науково-дослідної роботи кафедри агротехнологій та ґрунтознавства «Біологізація систем землеробства шляхом раціонального поєднання способів основного обробітку ґрунту і сидератів в умовах Північно-східного Лісостепу України» (№ ДР 0115V001055), де авторка є співвиконавцем. Також робота велася у межах виграного авторкою дисертації міні-гранту від чеської сторони «Development of quality of selected universities in Ukraine» 2019-2021 на тему «Soil Tillage and Probiotics for Sustainable Agriculture (STILL for US).

Тому, **метою** дослідження є визначення впливу удобрювальних продуктів за різних способів основного обробітку ґрунту на біометричні показники, урожайність та якість зерна кукурудзи, вирощеної за органічною технологією, біологічну активність та водний режим ґрунту.

Виходячи з поставленої мети передбачено вирішення таких **завдань**:

- Визначити вплив досліджуваних факторів на біометричні (висота рослин, висота прикріплення першого качана, діаметр стебла і ін.) та якісні (вміст хлорофілу) показники рослин кукурудзи.
- Визначити вплив удобрювальних продуктів та обробітку ґрунту на продуктивність гібридів кукурудзи Гармоніум (ФАО 380) та Хемінгвей (ФАО 280) та на якість врожаю.
- Розрахувати економічну ефективність елементів технології, що досліджуються за вирощування кукурудзи.
- Запропонувати оптимальний варіант використання удобрювальних продуктів та обробітку ґрунту за вирощування кукурудзи на зерно.

**Об'єкт дослідження** – процес формування врожаю та показники якості зерна кукурудзи за органічного виробництва, застосування удобрювальних продуктів (сертифікованих Органік стандарт) для інокуляції та позакореневого підживлення, та способів основного обробітку ґрунту.

**Предмет дослідження** – кукурудза на зерно (середньостиглий гібрид Гармоніум та середньоранній гібрид Хемінгвей), способи виконання

основного обробітку ґрунту та застосування добривальних продуктів, біометричні показники рослин, продуктивність, економічна ефективність технології, що використовувалась.

**Методи дослідження.** Задля проведення досліджень застосовувалися різноманітні методи, серед них загальнонаукові (аналіз, синтез, гіпотеза, узагальнення) та спеціалізовані (агрономічні). Для фенологічних спостережень за фазами розвитку кукурудзи використовувався візуальний метод; для визначення біометричних показників (висота, діаметр стебла і ін.), площі листкової поверхні, маси 1000 насінин, індивідуальної продуктивності рослин, визначення вологості ґрунту та активності целюлозоруйнівних мікроорганізмів використовувалися вимірювально-вагові методи. Для оцінки якості зерна проводили біохімічні аналізи, які включали вимірювання вмісту хлорофілу в листках, а також кількості білка, олії, крохмалю та інших показників в зерні кукурудзи. Отримані результати досліджень аналізувалися з використанням статистичного методу, а для оцінки економічної ефективності вирощування гібридів кукурудзи проводили розрахунково-порівняльний аналіз використання варіантів основного обробітку ґрунту та добривальних продуктів.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Вперше було проведено дослідження щодо визначення впливу добривальних продуктів LEANUM (в рідкій формі) та VITAMIN O7 (порошкова форма) на біометричні показники та продуктивність кукурудзи залежно від ФАО в умовах Північно-східного Лісостепу України. Оптимізовано спосіб проведення припосівної інокуляції насіння. Набули подальшого розвитку питання ефективності застосування біодобрив у позакореновому живленні. Обґрунтовано економічну ефективність вирощування кукурудзи на зерно з використанням певного обробітку ґрунту та добривальних продуктів.

**Практичне значення отриманих результатів.** Виробникам органічної продукції рекомендовано удосконалення технології вирощування кукурудзи на зерно, що передбачає використання добривальних продуктів, що містять

у своєму складі ефективні мікроорганізми. Завдяки оптимізації технології відбувається збільшення урожайності. Зокрема, урожайність збільшується на 21,9 - 27,2 % залежно від гібриду кукурудзи.

Оптимізована технологія вирощування гібридів кукурудзи на зерно з використанням удобрювальних продуктів пройшла перевірку виробництвом, а саме ТОВ АФ «Хвиля» з площею 30 га та ФГ «Квіюс-агро» на площі 30 га. За розрахунками економічна ефективність обох господарств зростає. Так, для ТОВ АФ «Хвиля» прибуток збільшився на 7035 грн/га, а для ФГ «Квіюс-агро» - на 7440 грн/га.

**Особистий внесок здобувача** полягає у вагомому вкладі в дослідження, зокрема, аналізі та систематизації світових та національних наукових досліджень. Було виконано всю експериментальну частину роботи, здійснено польові та лабораторні дослідження, проведено математично-статистичну обробку отриманих даних і сформовано висновки та рекомендації для виробництва. Під керівництвом наукового керівника здобувачка узагальнила основні положення своєї дисертаційної роботи, які підлягають захисту.

**Апробація результатів.** Результати, що були отримані під час проведення досліджень, було висвітлено на: Міжнародній науково-практичній конференції «Гончарівські читання» (м. Суми, 2020 р.); науково-практичній конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (м. Суми, 2021 р.); 2-й Міжнародній мультидисциплінарній конференції для молодих вчених (Суми, 2021); Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених з нагоди Дня працівника сільського господарства (м. Херсон, 2021), 4th International multidisciplinary conference for young researchers (МСУР) "Energy, Sustainability & Society" 5.-6. October 2023; Prague, Czech Republic.

**Публікації.** Результати дисертаційного дослідження опубліковані у 9 наукових працях, зокрема, статей у фахових виданнях України – 3; ті, що входять до міжнародних наукометричних баз (Web of Science) – 1; тез



доповідей на міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях – 5.

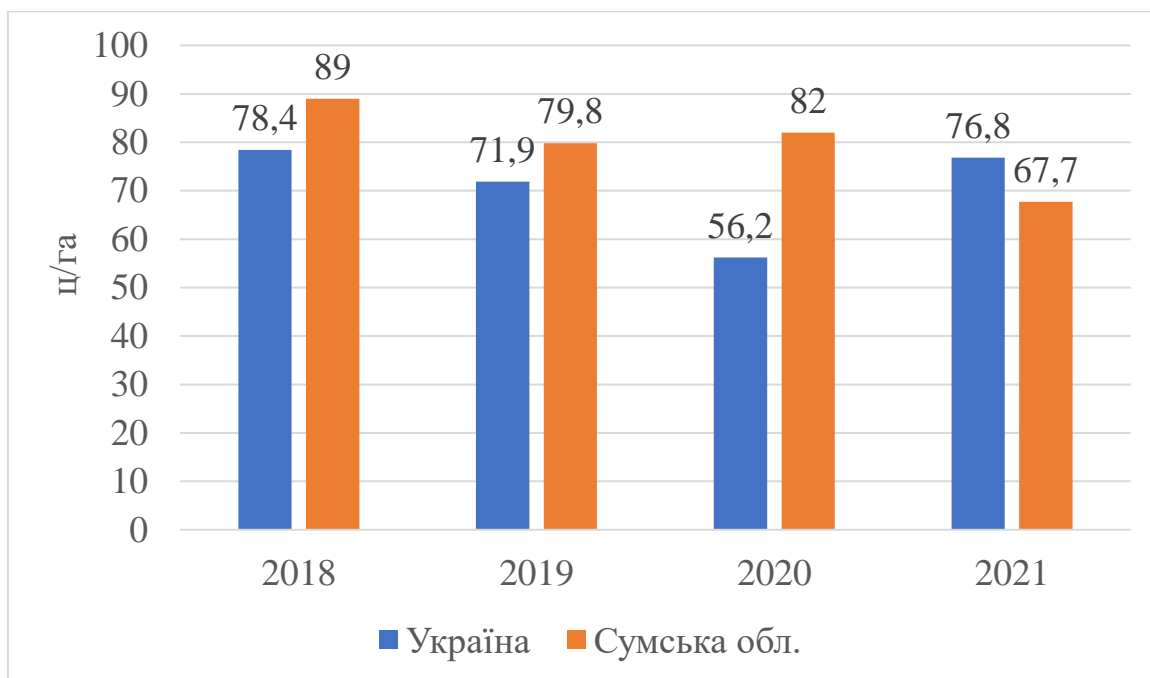
**Структура та обсяг дисертаційної роботи.** Дисертаційна робота включає вступ, 5 розділів, висновки, практичні рекомендації, перелік використаних джерел. Матеріали роботи розміщені на 124 сторінках друкованого тексту і містять 21 таблиці та 13 рисунків. Перелік використаних джерел включає 255 джерел.

## РОЗДІЛ 1

### ВПЛИВ ОСНОВНИХ АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗЕРНОВОГО СПРЯМУВАННЯ

#### 1.1. Світові тенденції щодо селекції гібридів кукурудзи

Україна – це країна, що знаходиться серед світових лідерів вирощування зернової кукурудзи. Зокрема, площі, на яких вирощували культуру, зросли з 2018 по 2021 на 17,1 % (з 4580 тис. га до 5522 тис. га). Відповідно, зріс і валовий збір. Так, у 2021 році він становив 42109,9 тис. т, що порівняно із 2018 роком більше на 15 % (35801,1 тис. т). При цьому урожайність (рис. 1.1) щороку коливалась (Прокопенко, 2022а).



**Рис. 1.1.** Урожайність кукурудзи на зерно в Україні в цілому та у Сумській області (Прокопенко, 2021; Прокопенко, 2022а).

Однак, таких високих результатів зі збільшення валового збору вітчизняним агровиробникам вдалось досягти не лише завдяки використанню інтенсивних технологій вирощування, а й завдяки роботі селекціонерів. Наразі існує декілька спрямувань гібридних ліній, наприклад, ті, що є стійкими до

хвороб і шкідників, адаптовані до певної кліматичної зони, або ж високопродуктивні.

Перш за все, селекційна робота при створенні нових гібридів кукурудзи спрямована на збільшення урожайності цієї культури. Це пояснюється стрімким збільшенням населення на планеті та бажанням забезпечити продовольчу безпеку в світі (Палапа et al., 2022). Цієї мети можна досягти декількома шляхами. Так, в дослідженні Chen et al., (2022) було виділено ген, що відповідає за збільшення кількості рядів у качанах кукурудзи. А в роботах інших науковців було встановлено гени, що відповідають за строки цвітіння, розмір вушок рослин кукурудзи (Li et al., 2023; Hussain et al., 2020). Варто також відмітити, що селекційна робота із батьківськими лініями дозволяє досягти збільшення врожайності (Kolisnyk et al., 2020).

Підвищення врожайності зазвичай забезпечують завдяки підвищенню стресостійкості рослин. Зокрема, вченими з Пакистану було виділено ген, що відповідає за зменшення чутливості кукурудзи до засоленних ґрунтів та посухи (Mazhar et al., 2020). Це відкриття створює можливості для розробки гібридів, які можуть успішно зростати й давати стабільний урожай навіть у незвичних або стресових умовах середовища. А дослідженнями, проведеними в Індії, встановлено ознаки, які визначають стресостійкість рослин до посухи, зокрема, це кількість листків і продихів на них, маса кореня (свіжа) і його довжина та ін. (Sah et al., 2020; Tiwari, & Yadav, 2019). Ці ознаки є важливими показниками для визначення потенційної здатності гібридів кукурудзи витримувати періоди посухи, що може сприяти вибору найбільш стійких генотипів для подальшої селекції.

Також важливу роль у підвищенні урожайності відіграє адаптивність гібриду до певних кліматичних зон. Дослідженнями доведено, що кількість опадів та температура, за якої вирощується культура, напряду впливає на урожайність (Kassa et al., 2023; Wang et al., 2023). Розуміння цих впливів дозволяє селекціонерам вибирати гібриди, які найкраще пристосовані до конкретних кліматичних умов певної зони. Зокрема, головним показником, що

аналізується при проведенні селекції є знову ж таки строки цвітіння рослин кукурудзи, а точніше його адаптація до певної зони (Choquette, et al., 2023). Це означає, що гібриди з оптимальними часами цвітіння, які відповідають характеристикам клімату, забезпечують краще запилення, що, у свою чергу, сприяє підвищенню урожайності.

Не менш суттєвим є розвиток стійкості рослин кукурудзи до шкідників і хвороб. Зокрема, вітчизняними та закордонними вченими було розроблено безліч гібридів, що стійкі до шкідників. Так, наприклад, в дослідженнях Стригун, & Ляска (2020) було описано механізми стійкості гібридів кукурудзи різних груп стиглості проти кукурудзяного метелика. Ці механізми включають такі аспекти, як вироблення специфічних речовин, які відлякують шкідників, та генетичні механізми, що роблять рослини менш привабливими для ворогів. Водночас, у роботі Mazur, et al. (2021) було виділено лінії, що мають стійкість до шкідників та хвороб і є високопродуктивними. Це досягнення є дуже важливим, оскільки дозволяє зменшити використання хімічних засобів контролю шкідників і захворювань, що має позитивний екологічний та економічний вплив.

Отже, наразі, селекційна робота з гібридами кукурудзи спрямована на збільшення урожайності шляхом підвищення стресостійкості, адаптації до кліматичних зон і стійкості до шкідників і хвороб. Ці напрямки досліджень дозволяють покращити продуктивність кукурудзи, що має важливе значення для забезпечення продовольчої безпеки у світі, особливо з урахуванням зростання населення планети.

## **1.2. Основний обробіток ґрунту як фактор регулювання розвитку рослин**

Важливим елементом технології вирощування будь-якої сільськогосподарської культури є основний обробіток ґрунту. При вирощуванні кукурудзи (*Zea mays* L.) необхідно створити оптимальні умови для розвитку її кореневої системи, оскільки, корені цієї культури проникають

в товщу ґрунту до двох метрів (Вольвач et al., 2020) і потребують хорошої аерації. Для обробітку ґрунту під кукурудзу застосовують як традиційні методи (оранка, культивація, фрезерування), так і новітні (Strip-till, No-till та ін.). Всі вони мають свої плюси і мінуси використання під дану культуру. Традиційні методи основного обробітку ґрунту доволі енергозатратні (Moitzi et al., 2013), а тому потребують використання більш потужної техніки і більшої витрати палива (Mileusnić et al., 2010; Akbarnia & Farhani, 2014), що тягне за собою підвищення собівартості кінцевого продукту. З іншої сторони, новітня техніка, яку потребують технології Strip-till та No-till, коштує не малих грошей, що також може відбиватися на кінцевій вартості продукту. Однак, застосування цих технологій більш екологічне за рахунок підвищення вмісту органічної речовини (Rusu, 2014; Moraru & Rusu, 2013) і зменшення навантаження на біоту, що живе у ґрунті (Delitte et al., 2021). Під час оранки біота ґрунту страждає за рахунок проведення обороту пласта, це впливає на подальші процеси мінералізації і гуміфікації.

Вивчення впливу обробітку ґрунту на урожайність кукурудзи досліджувалось багатьма вченими світу. Так, на чорноземах карбонатних вченими Сербії (Videnović et al., 2011; Momirović et al., 2011) було виявлено перевагу традиційного обробітку ґрунту (оранка на глибину 15 см), хоча найбільш енергоефективним визначили застосування прямого посіву. Це підтверджують дані й інших вчених Східної Європи (Simić et al., 2020; Burtan et al., 2020). Багатьма українськими вченими також було підтверджено збільшення врожайності на чорноземних ґрунтах при застосуванні оранки (Коваленко & Масик, 2018; Масик & Захарченко, 2017; Масик et al., 2021; Тараненко et al., 2019; Маслійов et al., 2020).

Цю гіпотезу підтверджують і дослідження вчених із Китаю, які вже на темних лісових ґрунтах вивчали звичайний і нульовий обробітку ґрунту, а також No-till у поєднанні з різними видами мульчування. Було встановлено, що нульовий обробіток є більш ефективним у порівнянні зі звичайним лише при застосуванні мульчі, оскільки, застосування No-till у порівнянні з

оранкою зменшило урожайність кукурудзи на 14,8 % (Dai et al., 2021). Іншими дослідниками було запропоновано використання на темних лісових ґрунтах моделі No-till / глибокий безвідвальний обробіток ґрунту. За їхніми даними, завдяки покращенню використання ґрунтової вологи урожайність кукурудзи в порівнянні з іншими варіантами значно збільшувалась (Li et al., 2020; Liu et al., 2018).

Безумовно, правильно обраний обробіток ґрунту під культуру визначає не лише її врожайність, а й якість цього врожаю. Для кукурудзи важливим показником якості є вміст сухої речовини в зерні. Так, багатьма вченими було встановлено взаємозв'язок між певним обробітком ґрунту і цим показником; наприклад, вченими Китаю проведено дослідження на буроземі суглинковому й встановлено, що саме відвальний обробіток ґрунту на глибину 20 см найбільше вплинув на вміст сухої речовини, який, в порівнянні із нульовою технологією, підвищив її кількість на 19,19 % (Shen et al., 2021). Схожі дані були отримані і пакистанськими вченими на суглинкових ґрунтах, які довели, що вміст сухої речовини в рослинах кукурудзи був значно вищий за глибокого відвального обробітку ґрунту порівняно з нульовим (Memon et al., 2012). Вченими з Китаю, які проводили дослідження на чорноземоподібних ґрунтах прерій й порівнювали вплив відвального і глибокого безвідвального обробітків ґрунту, було доведено, що більший вміст сухої речовини в кукурудзі був саме за глибокого безвідвального обробітку (Feng et al., 2018).

Тож можемо судити про те, що зазвичай найвища урожайність кукурудзи і найвищий вміст сухої речовини забезпечується використанням оранки або глибоким обробітком ґрунту. Однак використання саме такого обробітку може не завжди бути доцільним, оскільки ґрунт виснажується, саме для цього і використовуються такі технології, як нульовий і стрічковий обробітки, що хоч і дещо зменшують урожайність, але водночас захищають ґрунт від антропогенного навантаження. Також важливим фактором, що впливає на урожайність, є, звичайно, клімат, що вносить корективи у

статистичні показники. А при проведенні багатофакторних дослідів розмежувати вплив того чи іншого чинника від обробітку ґрунту є досить складно. Деякі вчені навіть зазначають, що за багатофакторного дослідів вплив основного обробітку ґрунту на урожайність кукурудзи на зерно надзвичайно малий (Todorova & Stratieva, 2008).

Отже, дослідження впливу обробітку ґрунту на урожайність кукурудзи показують різні результати залежно від регіону та умов вирощування. Вчені з різних країн дійшли різних висновків щодо переваг традиційного обробітку ґрунту або використання новітніх технологій. Наприклад, на деяких типах ґрунтів традиційний обробіток може бути більш ефективним, тоді як на інших типах можуть переважати новітні методи - нульовий чи стрічковий. Вміст сухої речовини в зерні кукурудзи також може залежати від обробітку ґрунту, деякі дослідження показують зв'язок між відвальним обробітком.

### **1.3. Реакція кукурудзи на внесення добрив в органічній та інтенсивній технологіях вирощування**

Кукурудза – це рослина, що виносить досить велику кількість поживних елементів. У дослідженнях багатьох вчених відображено різні дані з виносу поживних речовин, які залежали від врожайності та умов вирощування (Колесник, & Швець, 2023; Жмура, & Андрієнко, 2020), проте вони збігаються у одному: кукурудза виносить велику кількість азоту, дещо менше калію та порівняно небагато фосфору із ґрунту. Якщо брати до уваги мікроелементи, то поглинання, наприклад, марганцю становить 800 г/га, а цинку – 350 г/га (Говенько, 2023).

В інтенсивних сівозмінах, де переважно застосовують мінеральні добрива урожайність кукурудзи зазвичай доволі висока навіть на бідних супіщаних ґрунтах (Кучер et al., 2022). Дослідженнями, що були проведені в Уманському національному університеті садівництва на чорноземах опідзолених важкосуглинкових, було встановлено, що доза мінеральних добрив дійсно впливає на урожайність кукурудзи. Так, за оптимального

удобрення урожайність була суттєво підвищена і склала 13,07 т/га, тоді як при будь якому зменшенні одного чи декількох із елементів NPK врожай суттєво знижувався (Господаренко et al., 2021). Водночас, було доведено, що найкраще для кукурудзи підходить система удобрення, що включає як органічні (гній), так і мінеральні добрива (Господаренко et al., 2019). Так, під час дослідження, що було проведене на сірих лісових ґрунтах, було встановлено оптимальні дози внесення гною та мінеральних добрив, що у порівнянні з контролем забезпечили збільшення врожаю на більш ніж 80% (Літвінова & Літвінов, 2022). А в дослідженнях, що були проведені на базі Прикарпатського національного університету ім. В. Стефаника, встановлено, що оптимальна доза мінеральних добрив впливає на структуру врожаю, що безпосередньо сприяє підвищенню врожайності (Hryhoriv et al., 2020). Проте, не потрібно забувати і про підживлення макро- та мікроелементами (Лень et al., 2021; Крестьянінов et al., 2019; Захарченко, 2019). Варто також відмітити, що використання мінеральних добрив при вирощуванні кукурудзи на зерно є економічно ефективним (Hryhoriv et al., 2022).

Однак, в умовах сьогодення агровиробникам надзвичайно важко використовувати мінеральні добрива, оскільки, їх ціна значно зросла. Тому, все більше господарств шукає альтернативу у використанні органічних добрив, зокрема перегною. Хоча, з цим теж виникають проблеми. Оскільки, за статистикою кількість худоби в Україні зменшується щороку (Прокопенко, 2022b). Органічні добрива мають багато переваг і можуть стати важливим інструментом для збереження ґрунтів та покращення їх родючості. Однак, зрозуміло, що потрібно шукати інноваційні рішення та способи покращення виробництва перегною, щоб компенсувати нестачу сировини. Наприклад, використання альтернативних джерел перегною, наприклад, компостування рослинних залишків (Рибалова et al., 2022) або використання рослинних решток, що залишилися після виготовлення біогазу (Tsachidou et al., 2019), можуть стати перспективними шляхами розв'язання цієї проблеми. Так, Skrzypczak et al., (2023) у лабораторному експерименті було встановлено, що



гранули, які були зроблені із рослинних залишків після виробництва біогазу нічим не поступають у ефективності мінеральним добривам.

Загалом, реакція кукурудзи на органічне удобрення доволі добра. Зокрема, в дослідженнях Сендицького, (2019) було досліджено вплив заробленої соломи, що оброблена деструктором «Вермистим – Д», та сидератів. Найкращу врожайність кукурудзи (11,7 т/га) порівняно з контролем було отримано за сумісного використання цих прийомів. В Уганді провели дослідження із впливу на урожайність кукурудзи коров'ячого перегною, що зберігався за різних умов (в затіненні чи на відкритому просторі) та вермикомпосту. Було встановлено, що достовірної статистичної різниці при використанні такого удобрення не спостерігається, проте в плані економічної вигоди найкращий результат був за використання вермикомпосту (Jjagwe et al., 2020).

Отже, дослідження підтверджують, що оптимальна доза мінеральних добрив значно впливає на урожайність кукурудзи, а система удобрення, що включає як органічні, так і мінеральні добрива, є найкращою для цієї культури. Використання мінеральних добрив було економічно ефективним до початку повномасштабного вторгнення агресора на територію України. Однак, зростання цін на мінеральні добрива ставить агровиробників перед викликом, і все більше господарств шукає альтернативні методи удобрення, зокрема органічні добрива. В багатьох дослідженнях показано, що реакція кукурудзи на органічне удобрення є доброю, і використання соломи, сидератів, коров'ячого перегною та вермикомпосту може сприяти підвищенню врожайності. Однак, для досягнення найкращих результатів вирощування кукурудзи потрібно забезпечити збалансоване підживлення макро- та мікроелементами.

#### 1.4. Застосування біодобрив при вирощуванні кукурудзи на зерно

*Переваги використання удобрювальних продуктів.* Зелена революція внесла свої корективи у розвиток сільського господарства в кожній країні світу. Було створено нові сорти, які покращили продовольчу безпеку. Однак, всі ці сорти були розраховані на вирощування за мінерального удобрення (Martínez-Hidalgo et al., 2019). Зараз світ стоїть на порозі нової революції. Сільське господарство сьогодні орієнтоване на зменшення використання синтетичних добрив чи пестицидів (Ciccillo et al., 2002), натомість, використовуючи біологічні засоби удобрення чи захисту рослин. Одним із засобів, що може сприяти вирощуванню сільськогосподарських культур без використання мінеральних добрив, стали пробіотики. Південна Америка - приклад широкого поширення пробіотиків у світі, тут інокулянтами із вмістом *Azospirillum sp.* обробляють близько 3,5 млн. га (Artyszak & Gozdowski, 2020). Поняття «пробіотики» як таке з'явилося на початку 20-го століття завдяки відкриттю І. Мечникова (Carro & Nouioui, 2017). Серед тих, що використовуються у сільському господарстві, вирізняють рослинні про- та пребіотики. Рослинні пробіотики – це живі мікроорганізми, які при застосуванні в необхідні концентрації, приносять користь здоров'ю рослин, зазвичай складаються із ризобактерій, стимулюючих ріст рослин (PCPP). У свою чергу PCPP – це бактерії, які переважно виділені із ризосфери чи ризоплану, що сприяють росту рослин, пригнічують ґрунтові фітопатогени та мобілізують поживні речовини рослин (Kremer, 2017; dos Santos et al. 2020). Існують також пребіотики, які покращують різноманіття мікробів за рахунок природніх продуктів, які вони містять у своєму складі. Зазвичай пребіотики це агропромислові відходи (компост, перегній, мул стічних вод та ін.) (Vassilev et al., 2020).

Для того, щоб зрозуміти яку важливу роль відіграють мікроорганізми у агроєкосистемі, необхідно відновити систему «мікробіота-ґрунт-рослина» (Walker et al., 2020; Sharma et al., 2017). Рослина-господар отримує поживні речовини не лише завдяки фотосинтезу, а й кореневій системі. У свою чергу,

на кореневій системі і у ризосфері (Pandey et al., 2012) живуть різноманітні мікроорганізми (бактерії, мікоризні гриби, нематоди та ін.). Коріння рослин виділяє низькомолекулярні ексудати (Carrión et al., 2018), які приваблюють мікроорганізми. В той час як мікробіота сильно впливає на живлення рослин шляхом мінералізації органічних поживних речовин та перетворення неорганічних поживних речовин, тобто каталізують кругообіг та використання поживних речовин (Iyanyi, 2020; Yu & Hochholdinger, 2018; Rajper, 2015; Schmidt et al., 2016; Dutta, & Bora, 2019; Singh et al., 2019; Zhatova & Trotsenko, 2017). Також мікроорганізми виділяють такі сполуки як індол-3-оцтова кислота, сидерофори або 1-аміноциклопропан-1-карбонова кислота, що допомагають при солубілізації фосфору та фіксації азоту (Marag et al., 2018; Menéndez & Raço, 2020; Liu et al., 2019). Для захисту рослин від стресу (екстремальна температура, рН, засоленість ґрунту чи засуха) мікроорганізми виділяють фітогормони і екзополісахариди (Woo & Pere, 2018; Spence et al., 2012). Важливою функцією ризосферно-асоційованих мікроорганізмів є захист рослини-господаря від патогенів (Lombardi et al., 2018). Хоча не всі пробіотичні інокулянти можуть виявляти позитивний вплив. Дослідженнями Herschkovitz et al., (2005) було встановлено, що *Azospirillum brasilense* не порушує досліджувані природні популяції. Проте, в дослідженні Mawarda et al. (2020), де було проаналізовано більше 100 джерел, встановлено, що у 80 % випадків після інокуляції ґрунтова мікрофлора вже не повертається до попереднього стану, тобто змінюється.

Пробіотичні організми різняться своїм видовим складом для кожної рослини, а серед однакових видів рослин можуть відрізнятися залежно від умов середовища (Teotia et al., 2017; Jansson & Hofmockel, 2020). Прикладом цьому є дослідження Methe et al., (2020), де було доведено, що на трьох польових ділянках в умовах посухи мікробні угруповання відрізнялись між собою. Проте, дослідження Manching et al. (2017), які були зосереджені на встановленні зміни мікроорганізмів впродовж вегетаційного періоду кукурудзи довели, що зміни мікробіоти на листках рослин майже не

відбувалось. Ciccillo et al. (2002) при вивченні різних способів внесення ґрунтових пробіотиків довели, що при інокуляції насіння кількість мікробіоти у ризосфері зменшилася, тоді як при внесенні їх у ґрунт кількість бактерій збільшилася. Однак, для оптимального впливу мікроорганізмів на рослину-господаря потрібно не лише правильно застосувати пробіотик, а й мати відповідні умови. Дослідження Pervaiz et al. (2020) довели, що на мікробіоту ґрунту може впливати тип ґрунту, коливання температури і вологи, рН ґрунту, наявність кисню та поживних речовин (Abatenh et al., 2017).

При вирощуванні кукурудзи на зерно дуже важливо зменшити вплив всіх вище наведених негативних факторів, оскільки вони впливають як на урожайність, так і на якість отриманого врожаю. Вплив удобрювальних продуктів, що містять ефективні мікроорганізми, на урожайність, біометричні показники (Jarak et al., 2012; von Felten, 2010; Naveed et al., 2014; Narayan et al., 2021; Gomes et al., 2018; Mrkovacki et al., 2014; Young et al., 2013; Mowafy et al., 2021; Vidotti et al., 2019; Fernández et al., 2012) та схожість (Ahmad et al., 2012; Bradáčová et al., 2019; Kimmelshue et al., 2019) зернової кукурудзи були широко вивчені по всьому світу, проте мало досліджені в Україні, зокрема, у Північно-східному Лісостепу.

*Вплив пробіотиків на стреси від посухи.* Важливим фактором при вирощуванні кукурудзи є доступна волога. Однак, за останні роки її кількість у вегетаційний період є непередбачуваною. За даними Гідрометцентру України, сумарна кількість опадів (за середніми показниками) складає 346 мм з квітня по вересень, в той час коли за сезон необхідна кількість опадів складає 450 – 600 мм (Басанець, 2020). Мікроорганізми кореневої зони, або ризосфери, сприяють захисту рослин від посухи за допомогою різних механізмів дії на рослину-господаря. За допомогою вироблення гіберелінів, абсцизової кислоти, індолоцтової кислоти, фітогормонів та інших продуктів життєдіяльності мікроорганізми ризосфери сприяють посиленню механізмів протистояння до посухи (табл. 1.1). Деякими дослідженнями було

встановлено, що грибкові організми краще захищають рослину-господаря від посухи ніж бактеріальні завдяки розгалуженій мережі гіфів (Alori et al., 2017).

**Таблиця 1.1**

Мікроорганізми, які сприяють рослині-господарю під час стресу від посухи (Дацько, 2021)

Мікроорганізм	Речовина	Культура	Посилання
<i>Achromobacter piechaudii</i> ARV8	1-аміноциклопропан-1-карбоксилатдеаміназа	<i>Capsicum annuum</i> , <i>Solanum lycopersicum</i>	Dubey et al., 2018
<i>Pseudomonas fluorescens</i> штами (VUPF5, CHA0, T17-4); <i>Bacillus subtilis</i> штами (Bs96, BsVRU, BsVRU1)	пролін, цукри, загальні фенольні сполуки, фенілаланін-аміачна ліаза, ензими	<i>Cucumis sativus</i> L.	Saberi et al., 2018
<i>Azospirillum lipoferum</i>	Абсцизова кислоти і гібереліни	<i>Zea mays</i> L.	de Souza Vandenberghe et al., 2017
<i>Bacillus cereus</i> , <i>Pseudomonas otitidis</i> , <i>Pseudomonas sp.</i>	фермент 1-аміноциклопропан-1-карбоксилатдеаміназа	( <i>Glycine max</i> (L.) Merr	Dubey et al., 2021
<i>Paenibacillus polymyxa</i>	Формує біоплівку	Озима пшениця	Kim & Anderson et al., 2018

*Вплив пробіотиків на засвоєння рослинами елементів живлення.* Питання засвоєння рослинами тих чи інших елементів живлення зазвичай стоїть надзвичайно гостро під час вирощування сільськогосподарських культур. Адже нестача будь-якого макро- чи мікроелемента може призвести до втрат урожаю (Yeremko & Bridnya, 2020). Використовуючи ґрунтові пробіотики, можна знизити цю нестачу екологічно чистим способом (Hussain

et al., 2020). У таблиці 1.2 відображено вплив ефективних мікроорганізмів на кукурудзу.

**Таблиця 1.2**

Вплив ґрунтових пробіотиків на кукурудзу (Дацько, 2021)

Назва мікроорганізму	Ефект	Посилання
1	2	3
<i>Pseudomonas alcaligenes</i> , <i>Bacillus polymyxa</i> , <i>Mycobacterium phlei</i>	В складі біоінокулянту стимулювали розвиток і засвоєння рослинами N, P і K в ґрунті з низьким вмістом поживних речовин і на солонцях.	Kremer, 2017
<i>Pseudomonas spp.</i>	В складі біоінокулянту покращують розвиток кукурудзи в умовах стресу від посухи, збільшують вагу сухої маси рослин і урожайність. Підвищують вологу масу кореня і стебла.	Kremer, 2017; Cohen et al., 2009; Jarak et al., 2012
<i>Agrobacterium sp.</i> штам NGB-11, <i>Flavobacterium sp.</i> штам NGB-31	У складі біоінокулянту вплинули на довжину кореня і пагонів у сходах кукурудзи (тепличні умови).	Youseif, 2018
( <i>Pseudomonas fluorescens</i> , <i>Pseudomonas putida</i> біотип А) + 1-аміноциклопропан-1-карбонова кислота	Сприяли збільшенню довжини кореня і стебла, а також збільшенню свіжої біомаси проростків.	Shaharoon et al., 2006
<i>Burkholderia</i>	Продукує сидерофори за умови низького вмісту розчинного заліза у ґрунті.	Maheshwari, 2012
<i>Bacillus spp.</i>	Покращили поглинання поживних речовин, висоту рослин, підвищили кореневу та листову біомасу в умовах стресу від посухи. Продукують сидерофори та сприяють фіксації калію.	Moreno-Galván et al., 2020; Menendez & Garcia-Fraile, 2017; Jarak et al., 2012

Продовження таблиці 1.2

1	2	3
<i>Herbaspirillum</i> , <i>Enterobacteriales</i>	Сприяють фіксації азоту.	Menendez & Garcia-Fraile, 2017
<i>Klebsiella oxytoca</i> , <i>Serratia marcescens</i> , <i>Pseudomonas</i> <i>aeruginosa</i> + суперабсорбуючий полімер	Впливають на підвищення росту та урожайності рослин під час стресу від посухи.	Yaseen et al., 2020
<i>Azospirillum</i> + <i>Pseudomonas</i> ; <i>Azospirillum</i> + <i>Rhizobium</i> + <i>Pseudomonas</i> .	Впливають на швидкість сходів кукурудзи (лабораторні умови).	Khokhar et al., 2006
<i>Streptomyces</i> <i>pseudovenezuelae</i> + поліетиленгліколь	Збільшує довжину кореня.	Chukwuneme et al., 2020
<i>Ruminobacter</i> <i>amylophilus</i> , <i>Fibrobacter</i> <i>succinogenes</i> , <i>Enterococcus faecium</i>	Стимулюють ріст, а також сприяють солюбілізації фосфору, поглинанню нітрогену та утворенню індол оцтової кислоти і сидерофорів.	Mello et al., 2020
Арбускулярний мікоризний гриб	Викликав накопичення загального цукру і білка, який служить для збільшення сухої речовини пагонів та кореня, однак не вплинув на стрес від посухи.	Abd El-Samad et al., 2019
<i>Enterobacter E1S2</i> , <i>Klebsiella MK2R2</i> , <i>Bacillus B2L2</i>	Пришвидшують схожість зерна кукурудзи.	Ashraf et al., 2019
<i>Azospirillum brasiliense</i>	Посилює надходження поживних речовин	Yadav et al., 2017
<i>Micromonospora</i> , <i>Streptomyces</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Hyphomicrobium</i> , <i>Rhizobium</i> , <i>Burkholderia</i> , <i>Azohydromonas spp.</i>	Надають рослині здатність відчувати і реагувати на посуху.	Lakshmanan et al., 2014
<i>Azospirillum spp.</i>	Сприяє збільшенню кількості сухої речовини і Mg в рослині.	Bildirici, 2020

*Вплив пробіотиків на рослину-господаря в умовах засолених ґрунтів.*

Засоленість ґрунтів може призвести до зменшення врожаю у засушливих та напівзасушливих регіонах. Сіль може природним чином виникати в надрах або потрапляти у ґрунт із зрошувальною водою (Munns & Gilliam, 2015). В Україні кількість земель, що відносять до засолених, складає 4 млн. га (Kurchyk et al., 2007). Майже таку ж площу займають посіви кукурудзи на зерно 4,0 – 4,5 млн. га (Kolisnyk et al., 2019). Засоленість викликає низький водний потенціал у ґрунті. Рослини поглинають солі одночасно із водою і часто накопичують іони  $\text{Na}^+$  та  $\text{Cl}^-$ , які внаслідок механізмів дисбалансу іонів є токсичними для клітин рослин. Внаслідок цього може порушуватись ферментативна активність клітин. Ці фактори викликають різні реакції у рослин, що проявляються різноманітними симптомами як на рівні клітини, так і на рівні органу (Otlewska et al., 2020; Yan et al., 2015). Для зменшення впливу солей при вирощуванні кукурудзи можна використовувати пробіотики (табл. 1.3).

**Таблиця 1.3**

Вплив пробіотиків на кукурудзу, що росте на засолених ґрунтах  
(Дацько, 2021)

Назва мікроорганізму	Механізм	Посилання
1	2	3
<i>Pseudomonas syringae</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>P. fluorescens</i>	1-аміноциклопропан-1-карбоксилатдеаміназа	Egamberdieva et al., 2019
<i>Gracilibacillus</i> , <i>Staphylococcus</i> , <i>Virgibacillus</i> , <i>Salinicoccus</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Zhihengliuella</i> , <i>Brevibacterium</i> , <i>Oceanobacillus</i> , <i>Exiguobacterium</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Arthrobacter</i> , <i>Halomonas</i>	1-аміноциклопропан-1-карбоксилатдеаміназа, формування ауксинів та біоплівки	Faiza & Ali, 2018



Продовження таблиці 1.3

1	2	3
<i>Azospirillum brasilense</i> штам Ab-V5, <i>Rhizobium tropici</i> штам CIAT	Пролін та антиоксидантні ензими	Fukami et al., 2018
<i>Serratia liquefaciens</i> KM4	Антиоксидантні ензими, аскорбінова кислота, глутатіон, виробництво осмопротекторів	El-Esawi et al., 2018
<i>Bacillus safensis</i> штам HL1HP11 і <i>Bacillus pumilus</i> HL3RS14, <i>Kocuria rosea</i> HL1RP8, <i>Enterobacter aerogenes</i> AT1HP4 і <i>Aeromonas veronii</i> AT1RP10	Пролін, гліцин бетаїн та малоновий диальдегід	Mukhtar et al., 2020

*Вплив пробіотиків на патогени.* Важливим фактором, що впливає на вирощування органічної кукурудзи є патогенні організми та захист від них. При вирощуванні органічної продукції існує чіткий регламент по використанню біодобрих та засобів захисту рослин. Тому бактеріальні організми можуть мінімізувати вплив патогенів на рослину-господаря (Maheshwari, 2012). Знання щодо динаміки структури мікробної спільноти ґрунту може принести користь при формуванні методів захисту рослин (Mazzola, 2004) дружнім до екології способом (табл. 1.4).

Таблиця 1.4

Пробіотики, які впливають на патогенні мікроорганізми (Дацько, 2021)

Пробіотик	Культура	Патоген	Хвороба/ шкідник	Посилання
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	<i>Zea mays</i> L.	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	Офіобольозна гниль	Agaras et al., 2017; Couillerot et al., 2009
<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Beta vulgaris</i>	<i>Heterodera schachtii</i>	Ґрунт заражений цистами <i>H. schachtii</i>	Borneman & Becker, 2007
<i>Fusarium verticillioides</i>	<i>Zea mays</i> L.	<i>Enterobacter cloacae</i> , <i>Stenotrophomonas</i> ,	Фітофтороз сходів	Niu et al., 2020

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4	5
		<i>maltophilia</i> , <i>Ochrobactrum</i> <i>pituitosum</i> <i>Herbaspirillum</i> <i>frisingense</i> , <i>Pseudomonas putida</i> , <i>Curtobacterium</i> <i>pusillum</i> , <i>Chryseoba</i> <i>cterium indologenes</i> .		
<i>Pseudomonas</i>	<i>Zea mays</i> L.	<i>Fusarium oxysporum</i>	Коренева гниль	Agaras et al., 2015
<i>Bacillus</i> <i>cereus</i> штам B25	<i>Zea mays</i> L.	<i>Fusarium</i> <i>verticillioides</i>	Коренева гниль	Martínez- Álvarez et al., 2016
<i>Beauveria</i> <i>bassiana</i> , <i>Metarhizium</i> <i>anisopliae</i>	<i>Zea mays</i> L.	-	<i>Spodoptera</i> <i>frugiperda</i>	Ramos et al., 2020

*Вплив пробіотиків на здоров'я ґрунту.* Однією із важливих функцій пробіотиків є покращення здоров'я ґрунту. Здоров'я ґрунту - дуже широке поняття, що визначається як стійка здатність сільськогосподарських ґрунтів функціонувати та процвітати як екосистема, яка підтримує життєздатність мікробів, рослин, комах і тварин (Pervaiz et al., 2020). Ґрунти України потребують змін у сільськогосподарській діяльності. Вміст гумусу щороку падає, поля, хоч і локально, але забруднені важкими металами та пестицидами, забезпеченість ґрунтів мікроелементами низька (Yatsuk, 2015; Zakharchenko & Martynenko, 2017). Ці забруднення впливають не лише на ґрунт і рослини, але й на мікроорганізми. Одним із перших «дзвіночків» про початок деградації ґрунтів може стати зміна мікробіоти (Ayangbenro & Babalola, 2021). Пробіотики надають чудову можливість для управління якістю ґрунту (Majeed et al., 2018). Так, за впливу важких металів  $\alpha$ -протеобактерії вдвічі збільшили час поділу, а кількість *Cytophaga Flavobacterium* у ґрунті зменшилась більш ніж на дві третини (Kent & Triplett, 2002). Однак, арбускулярні мікоризні гриби

здатні переносити різноманітний діапазон концентрації металів у ґрунті (Kumar & Saxena, 2019). А кількість *Pythium spp.* при застосуванні гліфосатів або паракватів на бобових полях збільшується (Wolmarans, 2013).

Тож, з отриманих даних можна зробити висновки, що пробіотики дійсно мають позитивний вплив на рослини та ґрунт. Ця тема потребує більш широкого вивчення у відношенні до кукурудзи на зерно, оскільки у літературних джерелах немає детально описаних пробіотичних організмів, що можуть сприяти органічному вирощуванню культури.

### **Висновки до розділу 1**

1. Україна досягла високих результатів у вирощуванні зернової кукурудзи завдяки використанню інтенсивних технологій та селекційній роботі. Врахування генетичних особливостей, що підвищують урожайність, стресостійкість та адаптованість до кліматичних умов, сприяє підвищенню валового збору кукурудзи та забезпеченню продовольчої безпеки, зберігаючи при цьому екологічну стійкість.

2. У вирощуванні кукурудзи важливим елементом є обробіток ґрунту, який може бути здійснений традиційними методами (оранка, культивування, фрезерування) або новітніми технологіями (Strip-till, No-till). Дослідження свідчать, що на чорноземних ґрунтах традиційний обробіток, зокрема оранка, може сприяти збільшенню врожайності кукурудзи, хоча нульовий обробіток (No-till) зберігає біоту ґрунту.

3. За вирощування кукурудзи ефективним є удобрення мінеральними та органічними добривами, проте багатьма вченими доведено, що органо-мінеральна система удобрення є найбільш оптимальною.

4. Використання препаратів, що містять в собі про- і пребіотики, під час вирощування кукурудзи є ефективним засобом збільшення врожайності культури, запобіганню хворобам та підвищенню мікробіологічної активності ґрунту.

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 2.1. Оцінка ґрунтово-кліматичних умов та місця дослідження

Експериментальне поле розташоване на території науково-навчального виробничого комплексу (ННБК) Сумського національного аграрного університету, який, в свою чергу, розташований в північно-східній зоні Лісостепу України. Географічні координати поля 50.880533, 34.768552. Для вирощування кукурудзи на зерно у 2020-2022 роках використовували ділянку поля, що має сертифікат організації «Органік стандарт». Дослідне поле оточене лісосмугою та будинками, що дозволяє захистити посіви від вітряної ерозії.

Рельєф поля переважно рівнинний, проте дещо нахилений на схід та має чітко виражене заглиблення у вигляді «борозни» шириною 2 м, що проходить із північної сторони поля до південної. Завдяки такому розташуванню дослідної ділянки дощові води не стікають, проте дещо накопичуються у борозні. Ґрунт ділянки, де проводились дослідження - чорнозем типовий слабовилугований малогумусний середньсуглинковий на лесі.

Показники родючості ґрунту наведені у таблиці 2.1. Агрохіманаліз ґрунтових зразків проводився в лабораторії Agrii. Визначення органічної речовини (гумус) у лабораторії проводять за ДСТУ 4289:2004 Методи визначання органічної речовини; мінерального азоту (екстракція 1 %  $K_2SO_4$ ) за ДСТУ 4729:2007 Визначення нітратного і амонійного азоту модифікації ННЦ ІГА ім. О. Н. Соколовського; вміст рухомих сполук фосфору та калію - за ДСТУ 4115:2002 Визначення рухомих сполук фосфору та калію за модифікованим методом Чирикова; визначення рН (сольове) за ДСТУ ISO 10390:2007 (ISO 10390:2005, IDT); визначення рН (водне) за ДСТУ ISO 10390:2007 (ISO 10390:2005, IDT); визначення гранулометричного складу ґрунту (фізична глина) за ДСТУ 4730-2007; визначення обмінного кальцію та магнію, мг/кг за ДСТУ 7861:2015 Визначення обмінних кальцію, магнію,

натрію і калію в ґрунті за Шолленбергером; визначення рухомої сірки, мг/кг за ДСТУ 8347:2015; визначення вмісту рухомих сполук цинку, марганцю, міді за ДСТУ 4770 1-10 Визначення вмісту рухомих сполук мікроелементів в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії; визначення вмісту рухомих сполук бору, мг/кг за методикою визначення рухомих сполук бору з «гарячою водою».

**Таблиця 2.1**

Показники родючості ґрунту на дослідному полі

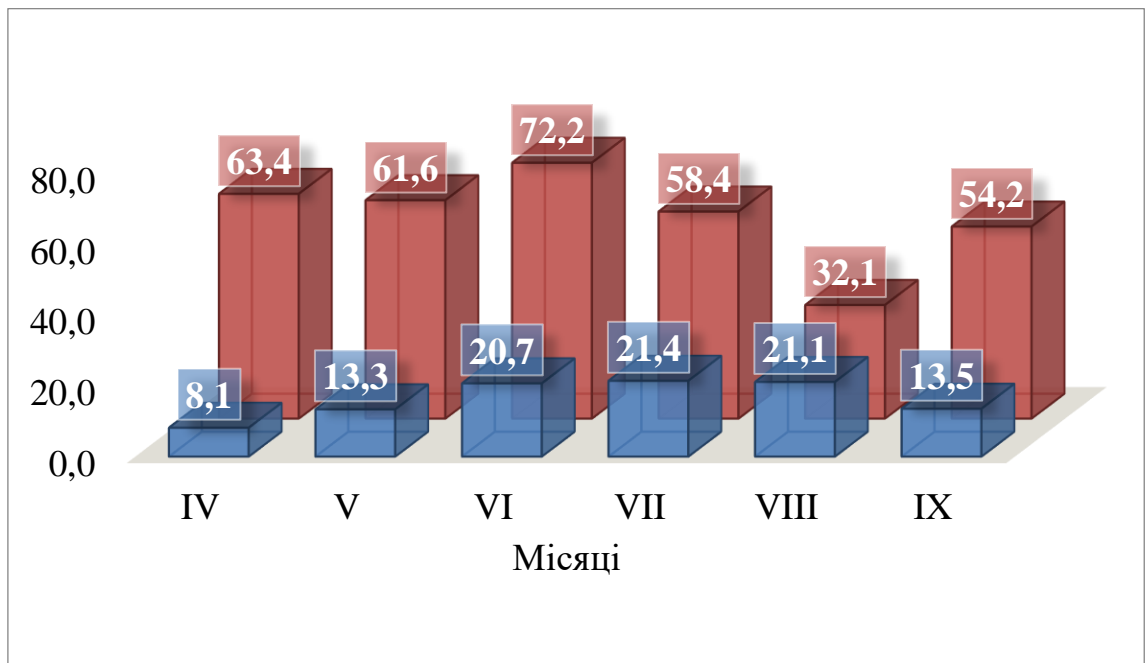
Параметр	Фактичний вміст
Вміст органічного вуглецю, %	1,6
Вміст фізичної глини, %	30
рН ґрунту (H <sub>2</sub> O)	6,35
рН ґрунту (KCl)	5,56
N (легкогідролізований), мг/ кг ґрунту	19,9
P (рухомий), мг/ кг ґрунту	122,7
K (обмінний), мг/ кг ґрунту	133
S, мг/ кг ґрунту	4,8
Ca, мг-екв на 100 г ґрунту	5,58
Mg, мг-екв на 100 г ґрунту	0,90
Zn, мг/ кг ґрунту	1,01
Cu, мг/ кг ґрунту	0,10
B, мг/ кг ґрунту	0,12
Mn, мг/ кг ґрунту	7,75

Враховуючи довідкові значення та класифікації за вмістом наведених показників, встановлено, що вміст органічного вуглецю на дослідній ділянці низький як для чорноземного ґрунту, а кислотність – близька до нейтральної.

Вміст мінеральних форм азоту, кальцію, марганцю середній, фосфору та калію підвищений, а сірки, магнію, цинку, міді та бору – низький.

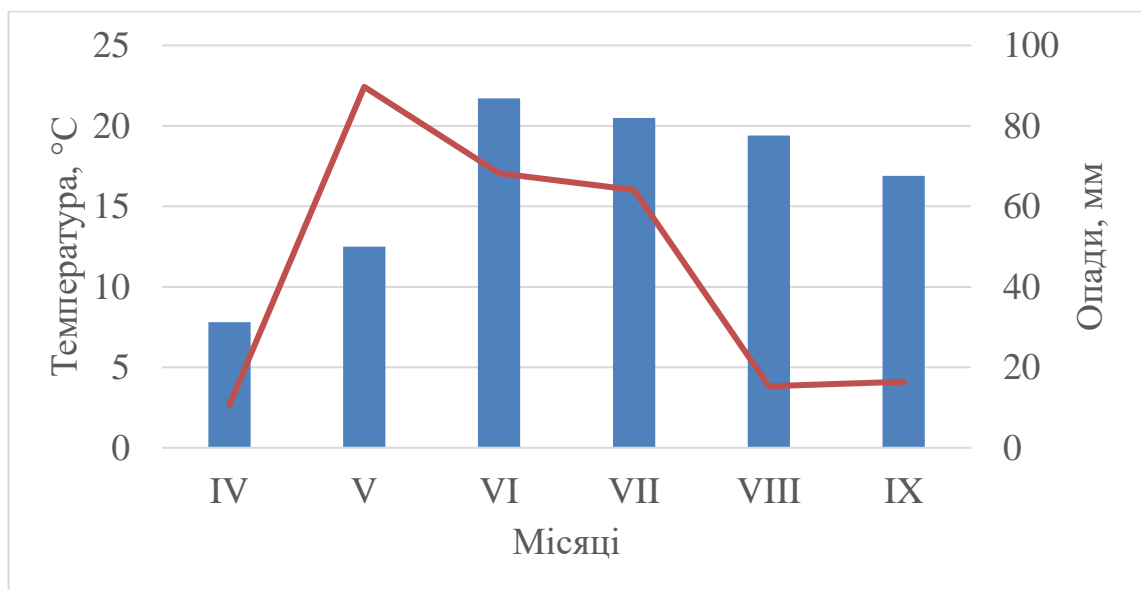
Регіональний клімат відповідно до класифікації Кеппена – Dfb є вологим континентальним із теплим літом та відсутністю різниці між опадами в різні сезони (Класифікація Кеппена). Загалом, вегетаційний період культур у Сумській області триває 197-204 дні. Сума ефективних температур вище 5° коливається в межах 2775 – 3065 °С, а середня кількість опадів варіюється у рамках 549-646 мм, варто відмітити, що 70 % від них припадає переважно саме на літній період (Кравченко & Адаменко, 2012).

Фактичні середньостатистичні показники температури і опадів за 2020-2022 роки вегетаційного періоду досліджуваної культури відображені на рис. 2.1. При цьому, загалом за вегетаційний сезон, у середньому випадало 342 мм опадів, а сума ефективних температур вище 10°C в середньому була на рівні 1187°C, де найнижчий показник був відмічений у 2022 році на рівні 1122°C, а найвищий – 1266°C у 2021 році.



**Рис. 2.1.** Середньобогаторічні характеристики вегетаційного періоду кукурудзи у 2020-2022 рр., де синім кольором позначено температуру, °C; червоним – опади, мм (метеостанція м. Суми)

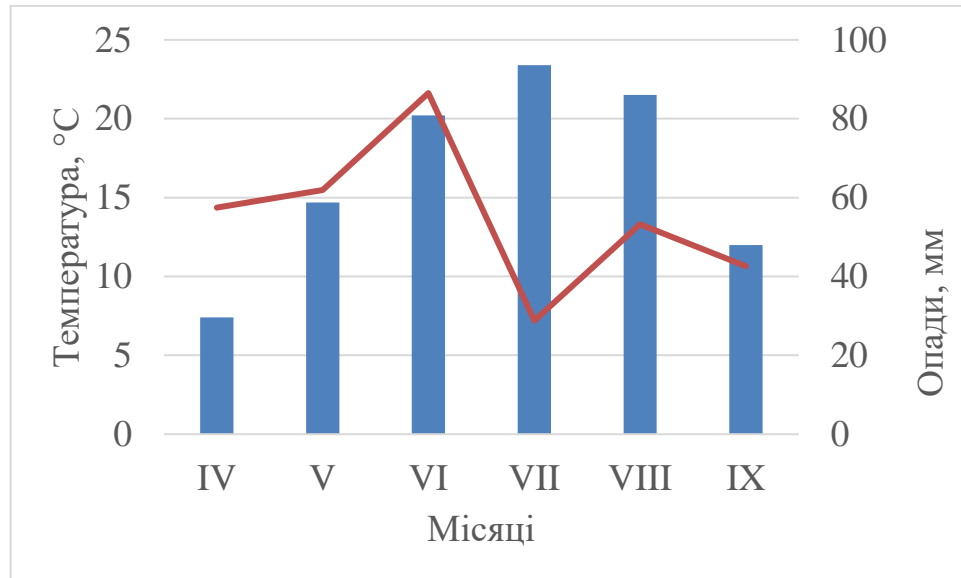
Розглянемо кожен вегетаційний період більш детально. Загальна кількість опадів першого (2020) року досліджень склала 264,4 мм, середній мінімум температур при цьому був 12,5°C, а максимум - 21,7°C. Варто зазначити, що сума ефективних температур вище 10°C склала 891°, що є в межах норми для ранньостиглих гібридів кукурудзи, що досліджувались (рис. 2.2). Як видно з рисунку, початок вегетації культури (21 квітня) відзначився доволі низькою кількістю опадів та низькою температурою. Схожа ситуація із опадами була відмічена і у серпні та вересні, проте температура, починаючи із травня і до кінця вегетації кукурудзи, була оптимальною. Потрібно відмітити, що за три роки досліджень саме на цей рік припала найменша кількість опадів за вегетаційний період.



**Рис. 2.2.** Характеристики вегетаційного періоду кукурудзи у 2020 р., де синім кольором позначено температуру, червоним – опади (метеостанція м. Суми)

Середня кількість опадів за другий вегетаційний період, що відбувався у 2021 році, була на рівні 330,5 мм, при цьому найнижча середня температура повітря складала 7,4°C, а найвища - 23,4°C. Сума ефективних температур вище 10°C склала 1113°. Загалом, розподіл опадів за місяцями не можна назвати

рівномірним. Так, на початку вегетації (квітень-травень) кількість опадів була на рівні 55-62 мм, тоді як у червні випало найбільше опадів (> 85 мм), в той час як у липні їх кількість була найнижчою, порівняно із іншими місяцями. Температура повітря, як видно на рис. 2.3, зростала до липня, де її середньомісячний пік сягнув 23,4°C, а з серпня місяця температура почала дещо знижуватись.

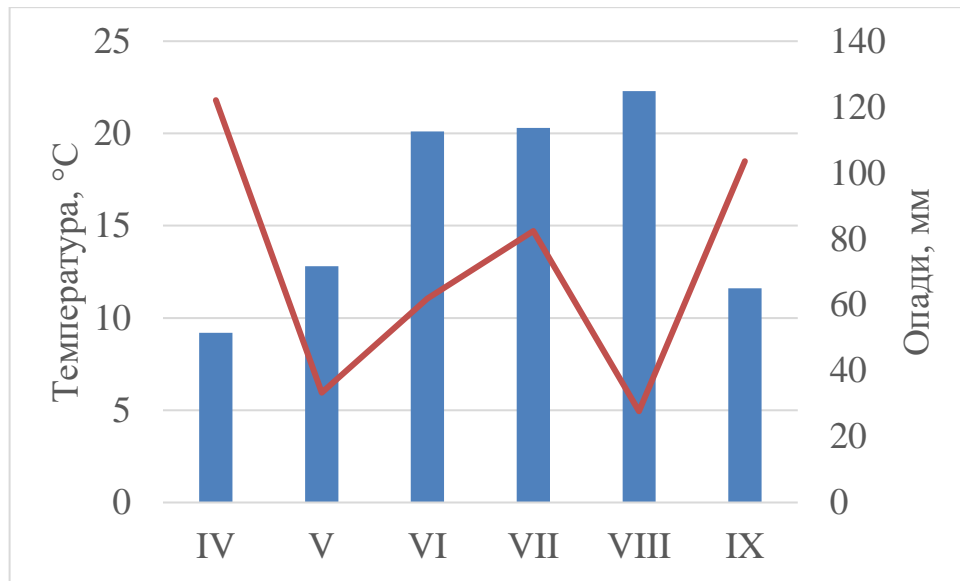


**Рис. 2.3.** Характеристики вегетаційного періоду кукурудзи у 2021 р., де синім кольором позначено температуру, червоним – опади (метеостанція м. Суми)

Загальна кількість опадів третього вегетаційного періоду у 2022 році складала 431 мм, найменша середня температура цього періоду складала 11,6 °C, а найбільша - 22,3 °C. Сума ефективних температур вище 10 °C склала 1064°. Детальний розподіл за місяцями зображений на рис. 2.4. Так, травень і серпень мали найнижчу кількість опадів за вегетаційний період, в той час як забезпеченість вологою на початку та наприкінці вегетаційного періоду культури була доволі високою, і була на рівні вище 100 мм. Стосовно температури повітря, варто відмітити, що вона ставала все вищою до серпня, після чого середньомісячна температура різко впала у вересні. До речі, саме вегетаційний період 2022 року відзначився найбільшою кількістю опадів за



три роки досліджень. Так, порівняно із 2021 роком кількість опадів була більшою на 23,3%, а в порівнянні із 2020 роком на 38,6%.



**Рис. 2.4.** Характеристики вегетаційного періоду кукурудзи у 2022 р., де синім позначено температуру, червоним – опадів (Метеостанція м. Суми)

Отже, за період досліджень найменшою кількістю опадів і сумою ефективних температур відзначився 2020 рік. Найвища кількість опадів була відмічена у 2022 році, у той час як найбільша кількість ефективних температур спостерігалася у 2021 році. Ці дані підкреслюють варіації у погодних умовах протягом розглянутого періоду, що має важливе значення для подальшого аналізу та розуміння впливу клімату на досліджувані показники за вирощування кукурудзи на зерно.

## 2.2. Характеристика досліджуваних гібридів кукурудзи та біодобрив

Для проведення дослідження було обрано два гібриди кукурудзи із різним ФАО від компанії Euralis.

Середньостиглий Гармоніум (ФАО 380) характеризується як гібрид, що стійкий до посухи та витримує високі температури повітря. Гібрид є відмінним вибором як для вирощування на зерно, так і на силос. Він показує високу придатність до вирощування в умовах монокультури. Цей гібрид відрізняється

зубчастою формою зерна. Його вирощування рекомендується в умовах Лісостепу і Степу, придатний для інтенсивної технології вирощування. Оптимальні терміни сівби рекомендовані за температури +10 °C і вище, густина перед збиранням для зони, що достатньо забезпечена вологою, є 55-65 тис/га. Має високу стійкість до фузаріозу качана, пухирчастої та летючої сажки, гельмінтоспоріозу і фузаріозу стебла. Має високу вологовіддачу під час сушіння.

У свою чергу, середньоранній гібрид кукурудзи Хемінгуей ЕС (ФАО 280) відзначається високою ефективністю при вирощуванні з використанням як інтенсивних, так і середньоінтенсивних технологій, що робить його вигідним з точки зору прибутковості. Зерна цього гібрида мають кременисто-зубовидну форму. Цей гібрид кукурудзи володіє стійкістю до вилягання і має здатність з відведення надлишкової вологою під час сушіння. Рекомендується для вирощування у Поліссі та в зоні Лісостепу. Найкращий час для посіву цього гібрида вважається температурою +10 °C і вище, а оптимальна густина рослин перед збиранням - від 65 до 75 тисяч на гектар. Він також проявляє високу стійкість до фузаріозу качанів і стебла, але меншу стійкість до гельмінтоспоріозу, а також до пухирчастої і летючої сажки.

Водночас, препарати, що використовувались під час експерименту – удобрювальні продукти виробника ФОП Осипенко С.Б., що схожі за своїм складом, проте мають різну форму. Зокрема, LEANUM – це рідкий препарат, тоді як VITAMIN O7 – порошок, що має властивості до намагнічування. В їх склад входять різні компоненти, що забезпечують розвиток кореневої системи на початкових стадіях розвитку, завдяки чому збільшується посухостійкість.

LEANUM (органічний пробіотик-добриво за визначенням виробника) містить комплекс корисної ґрунтової мікрофлори у поєднанні з органічними речовинами родючих ґрунтів. Завдяки запатентованій технології виробництва – HTD-Technology (гідротермодінамічна технологія нагріву рідких середовищ за рахунок тільки ефектів гідромеханіки (турбулентності, тертя, кавітації)) поєднано в одному продукті несумісні раніше компоненти – природні, або

«аборигенні», бактерії родючих ґрунтів, органічні, гумінові й фульвові кислоти, амінокислоти та вітаміни, при цьому збережено їхню цілісність, життєздатність та біологічну активність.

Сухе добриво VITAMIN O7, чи як називає його академік-виробник Осипенко С.Б. про-пребіотик, виготовлено також за гідротермодинамічною технологією (патент UA 119601), що дає змогу утримувати загартовані природні ґрунтові мікроорганізми у стабільному стані, а порошкоподібна формуляція на графіто-тальковій основі дозволила створити новий тип продукту – «Вітаміни для рослин». Для обробки насіння використовуються наднизькі норми застосування – до 50 г на посівну одиницю. Виробником заявляється, що цей продукт не потребує спеціальних умов зберігання й транспортування, може достатньо тривало зберігатися у заводській тарі, не піддається впливу ультрафіолету та температур, зручність у застосуванні, бо VITAMIN O7 рівномірно розподіляється у мішку або у бункері сівалки прямо в полі. Засіб містить дисперсію торфу, біогумусу та родючих ґрунтів, бактеріальні культури та мінеральні елементи. Всі компоненти безпечні для людей і тварин. Продукт нетоксичний (IV клас безпеки).

У складі LEANUM і VITAMIN O7 присутні мікроорганізми природного походження й серед них є азотфіксувальні мікроорганізми, такі як *Azotobacter*, бульбочкові бактерії, що представлені *Rhizobium subtilis*. Також до їх складу входять фосфатмобілізувачі мікроорганізми, такі як *Bacillus subtilis*, *B. megaterium*, *Pseudomonas*, також наявні *Bradyrhizobium*, *B. Cereus*, *Lactobacillus*, *Trichoderma* та ін.

Біодобрива, що використовувались, містять ферменти з високою активністю у розкладанні рослинних решток та перетворенні їх на водорозчинну форму, доступну для рослин. Наявність численних нітрифікаторів – бактерій, які здатні виробляти азот з повітря, дозволяє збагачувати ґрунт природним азотом без забруднення його домішками добрив через розклад рослинних решток. Виробник заявляє про наявність у складі 18 амінокислот рослинного походження, які є необхідними для нормального

метаболізму рослин, будуючи білки. Крім того, містяться природні вітаміни, особливо групу В, які є необхідними для засвоєння амінокислот. Відомо, що амінокислоти та вітаміни утворюють коферменти і взаємодіють між собою. Мікроелементи в складі LEANUM і VITAMIN O7 мають легкодоступну форму для рослин, що сприяє їх фізіологічному стану. До складу цих продуктів входять такі макроелементи як N – 30 г/л; P – 3,1 г/л; K – 0,5 г/л і мікроелементи як Mg – 100 мг/л; Fe – 100 мг/л; Mn – 13,3 мг/л; Zn – 8,0 мг/л; Cu – 1,0 мг/л; Co – 0,7 мг/л; B – 0,5 мг/л; Mo – 0,2 мг/л.

Варто відмітити, що препарати мають високу концентрацію фульвових кислот, майже вдвічі більше, ніж гумінових. LEANUM та VITAMIN O7 є природними нехімічними гуматами з практично нейтральним рівнем рН. Це означає, що вони не утворюють сольових осадів при взаємодії з солями кальцію ( $\text{Ca}^{2+}$ ) та заліза ( $\text{Fe}^{2+}$ ), навіть при використанні іригації полів з високим вмістом солей у воді (LEANUM, VITAMIN O7).

### **2.3. Схема досліду та методики проведення досліджень**

Дослідження проводились польовим методом на території ННБК СНАУ. Їх метою було визначення реакції рослин кукурудзи на використання удобрювальних продуктів залежно від гібриду та обробітку ґрунту на сертифікованому Органік-стандарт полі. Проведення досліджень, включаючи планування, розміщення та виконання, відбувалося згідно з методологічними рекомендаціями, розробленими вченими Єщенко В. О. et al. (2005).

З метою досягнення поставлених цілей та виконання визначених завдань, протягом 2020–2022 років були здійснені польові дослідження відповідно до установленної схеми (рис. 2.5). Насіння кукурудзи оброблялося сухим порошком VITAMIN O7 та LEANUM. У разі позакореневого підживлення LEANUM препарат розчиняли у воді згідно рекомендації виробника 2 л на 1 га і вносили ручним оприскувачем.

<b>Фактор А (гібриди)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Гармоніум (ФАО 380)</li> <li>2. Хемінгуей (ФАО 280)</li> </ol>
<b>Фактор В (фони обробітку)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оранка 25-28 см</li> <li>2. Плоскорізний обробіток 25-28 см</li> <li>3. Дискування 15-18 см</li> <li>4. Дискування 5-8 см</li> </ol>
<b>Фактор С (удобрювальні продукти)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Контроль</li> <li>2. Інокуляція VITAMIN O7</li> <li>3. Інокуляція LEANUM</li> <li>4. 1 LEANUM (по листу BBCH<sub>13</sub>)</li> <li>5. 2 LEANUM (по листу BBCH<sub>13</sub>+ BBCH<sub>17</sub>)</li> <li>6. Інокуляція VITAMIN O7 + LEANUM (по листу BBCH<sub>13</sub>)</li> <li>7. Інокуляція VITAMIN O7 + LEANUM (по листу BBCH<sub>13</sub>+ BBCH<sub>17</sub>)</li> <li>8. Інокуляція LEANUM + LEANUM (по листу BBCH<sub>13</sub>)</li> <li>9. Інокуляція LEANUM + LEANUM (по листу BBCH<sub>13</sub>+ BBCH<sub>17</sub>)</li> </ol>

**Рис. 2.5.** Схема проведення дослідів для обох гібридів у 2020-2022 рр.

Як видно зі схеми дослідів, окрім впливу пробіотиків-біодобрив на гібриди, досліджувались також і обробітки ґрунту. Зокрема, оборотний обробіток – це оранка, що проводилась за допомогою ПЛН-3-35 на глибину 25-28 см. Необоротні обробітки проводились декількома агрегатами. Так, необоротний (плоскорізний) обробіток на глибину 25-28 см проводився КЛД-

3,0. В той час, як необоротні обробітки ґрунту на глибину 15-18 та 5-8 см виконувались дисковою бороною АГ-2,4.

Площа експериментальних ділянок - 1726,4 м<sup>2</sup>, при цьому довжина ділянки складала 100 м, ширина - 12,6 м, захисні смуги - 2 м з кожної сторони.

Технологія вирощування, що використовувалась, є загальноприйнятою для зони північно-східного Лісостепу України. Спосіб сівби – широкорядний із відстанню між рядами 70 см.

Основні спостереження та обліки фенологічних показників здійснювались у фази: викидання волоті та фізіологічної стиглості.

Площу листової поверхні листків кукурудзи визначали за методикою Орловського М. І. (1).

$$S = k * l * n , (1)$$

де S - площа листка, см<sup>2</sup>;

k - середній поправочний коефіцієнт (для кукурудзи 0,75);

l - довжина листка, см;

n - ширина листка у найширшому місці, см (Паламарчук & Соломон, 2022).

Вимірювання біометричних показників рослин кукурудзи, зокрема, висоту рослин, висоту прикріплення першого качана і діаметр стебла, виконували за допомогою лінійки та штангенциркуля (Грицаєнко et al., 2003).

Для вимірювання концентрації хлорофілу використовували розчин, підготовлений за допомогою спиртової витяжки, вимірювали показники за допомогою ULAB 102 (Китай). Для визначення вмісту хлорофілу а використовували хвилі  $\lambda=665$  нм, для хлорофілу b -  $\lambda=649$  нм.

Після проведення аналізу розраховували концентрацію досліджуваних пігментів у отриманому об'ємі спиртової витяжки (формули 2 і 3):

$$C_a = 13,70 \times A_{665} - 5,76 \times A_{649}, (2)$$

$$C_b = 25,80 \times A_{649} - 7,60 \times A_{665}, (3)$$

де C - концентрація хлорофілу в спиртовій витяжці, мг/л;

$A_{665}$  – густина розчину (оптична) для хвилі 665 нм;

$A_{649}$  – густина розчину (оптична) для хвилі 649 нм (Wellburn, 1994).

Для визначення структури врожаю і урожайності на кожному варіанті було відібрано випадкові 10 рослин у фазі фізіологічної стиглості, для визначення урожайності (т/га), маси 1000 насінин (г) і структури врожаю, а саме довжину качанів (см), діаметр качанів (см) та кількість рядів (шт.) і зерен у рядах (шт.). Для визначення врожайності качани з кожного варіанту відбирались вручну і зважувались за допомогою електронних ваг в польових умовах. Варто додати, що при цьому визначали і вологість зерна за допомогою вологоміру “Фауна М”. Після відбору зразків у польових умовах, у лабораторії проводили вимірювання та підрахунки для визначення структури врожаю, після цього качани облущували та зважували масу 1000 насінин за допомогою вагів KERN 600-2 (Німеччина). Якість зерна, зокрема, вміст білку, крохмалю, золи, клітковини та олійність визначали за допомогою SupNIR-270 (Китай).

Визначення вологості ґрунту проводили гравіметричним методом у шарі ґрунту 0-100 см (ДСТУ Б В.2.1-17:2009). Активність целюлозоруйнівних бактерій визначали у орному шарі ґрунту 0-30 см методом «аплікації». Для цього лляну тканину розміром 5\*7 см накривали дещо більшим пластиком, після чого закладали по три аплікації на кожну глибину в 0-10, 10-20 та 20-30 см у трикратній повторності для кожного варіанту. Ступінь активності целюлозоруйнівних бактерій визначали через 60 днів після початку експерименту.

Обробку та аналіз даних проводили за допомогою програми Statistica 10.0 (StatSoft Inc., Tulsa, USA) та MS Excel. Для встановлення достовірності отриманих результатів використовували ANOVA, MANOVA, а також LSD-тест.

## **Висновки до розділу 2**

1. Дослідження проводили в умовах, що є типовими для північно-східного Лісостепу України та підходять для вирощування кукурудзи.
2. Кліматичні умови впродовж трьох років досліджень були доволі мінливими, що дало можливість зрозуміти механізм дії удобрювальних продуктів за різних умов.
3. Матеріали і методи, що застосовувались у польових і лабораторних дослідженнях, повністю відповідають меті, що була поставлена у цій дисертації.



## РОЗДІЛ 3

### ВПЛИВ УДОБРЮВАЛЬНИХ ПРОДУКТІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ

#### 3.1. Біометричні показники рослин

Використання інокуляції насіння і позакореневого підживлення сільськогосподарських культур практикується у світі та Україні вже давно. Так, наприклад, вчені із Пакистану під час дослідження впливу ефективних мікроорганізмів у контрольованих умовах з'ясували, що серед усіх варіантів найбільшу стійкість до посухи рослини кукурудзи отримали при застосуванні бактеріальних препаратів саме по листу у фазу 3-4 листків (Mubeen et al., 2021). Схожі результати були отримані й іранськими вченими (Abadi et al., 2020). Водночас, бразильськими вченими, що проводили дослідження з ранньостиглими гібридами кукурудзи, було встановлено, що обприскування біопрепаратом, що містить у своєму складі *Azospirillum brasilense*, не вплинуло на урожайність, проте діаметр стебла рослин та вміст хлорофілу збільшились (Júnior et al., 2019). Тоді як в іншому дослідженні *A. brasilense* значно вплинули на урожайність при інокуляції насіння, але у варіанті із обприскуванням рослин не мали впливу на даний показник (Müller et al., 2021).

Під час проведення схожих досліджень на базі Сумського національного аграрного університету вивчався вплив інокуляції та обробки удобрювальними продуктами по листу на висоту рослин, висоту прикріплення першого качану та діаметр стебла.

За результатами багатофакторного дисперсійного аналізу (табл. 3.1) було встановлено, що на висоту рослин суттєво вплинули як обробіток ґрунту, так і використання удобрювальних продуктів, а також комбінування цих факторів ( $p < 0,05$ ). За вирощування Гармоніуму найбільш суттєвого позитивного впливу на висоту рослин кукурудзи виявив плоскорізний обробіток на глибину 25-28 см (дод. А). А от серед обробок біодобривами всі варіанти мали істотний вплив.

Таблиця 3.1

Середня висота рослин кукурудзи за варіантами у 2020-2022 рр., см

Гібрид	Варіант обробітку ґрунту	Варіант обробки біодобривом									Критерій Дункана
		Контроль	1 LEANUM	2 LEANUM	VITAMIN 07	VITAMIN 07 + 1 LEANUM	VITAMIN 07 + 2 LEANUM	LEANUM	LEANUM +1 LEANUM	LEANUM +2 LEANUM	
Гармоніум	Оранка 25-28 см	224,2	234,5	250,2	235,2	263,5	258,8	233,6	259,5	254,4	8,5
	Плоскорізнний обробіток 25-28 см	223,2	259,0	277,1	238,3	282,6	277,8	241,0	293,1	280,1	11,1
	Дискування 15-18 см	218,4	238,2	247,5	239,3	257,7	261,1	238,5	249,6	245,9	8,1
	Дискування 5-8 см	204,9	237,6	241,4	238,6	255,3	249,2	242,4	258,4	249,6	8,1
	Критерій Дункана	9,1									
Хемінгуей	Оранка 25-28 см	233,1	252,7	258,5	237,0	265,2	272,7	236,1	268,4	261,8	8,5
	Плоскорізнний обробіток 25-28 см	240,8	270,8	276,2	239,1	287,1	284,0	238,3	289,4	282,9	10,3
	Дискування 15-18 см	240,5	255,8	263,4	236,4	256,7	257,9	231,0	266,2	260,8	8,5
	Дискування 5-8 см	236,6	251,2	252,1	236,4	258,1	254,7	230,6	263,7	251,3	7,8
	Критерій Дункана	8,8									

Значно нижчі рослини ( $p < 0,05$ ) були на варіантах дискування на глибину 5-8 см без жодної обробки біодобривами (контроль). Для Хемінгуею суттєвий позитивний вплив порівняно із контрольним обробітком мали плоскорізний на глибину 25-28 см. Водночас, серед обробок біопрепаратами варіанти, що мали істотний позитивний вплив за будь-якого обробітку ґрунту були 1 LEANUM та 2 LEANUM фоліарно, а також комбіновані обробки VITAMIN O7 + 1 LEANUM, VITAMIN O7 + 2 LEANUM, LEANUM + 1 LEANUM та LEANUM + 2 LEANUM. Варто відмітити, що варіанти тільки з інокуляцією насіння не вплинули на висоту рослини.

Рівень довірчого фактору при вивченні висоти прикріплення качана на стеблі кукурудзи (табл. 3.2) за результатами ANOVA також був високий ( $p < 0,05$ ). За вирощування Гармоніуму найнижчий показник порівняно з контролем був на варіантах обробітку ґрунту оранка на глибину 25-28 см та дискування на глибину 5-8 см та обробках удобрювальними продуктами по листу (1 та 2 LEANUM). Водночас, прикріплення качана вище, ніж на контролі спостерігалось за використання плоскорізного обробітку ґрунту на глибину 25-28 см за будь-якої обробки біодобривами (дод. Б). Варто відмітити, що на всіх варіантах із інокуляцією перед сівбою та обробки біодобривом по листу також було відмічено, що качани розташовувались вище на стеблі, ніж контрольний варіант. За вирощування Хемінгуею найнижче прикріплені були качани за обробітку ґрунту дискування на глибину 5-8 см та варіантів обробки по листу 1 LEANUM та 2 LEANUM. А плоскорізний обробіток ґрунту на глибину 25-28 см знову ж таки відмітився найвищими показниками за всіх обробок удобрювальними продуктами.

Діаметр стебла кукурудзи за вирощування обох гібридів був значно більший ( $p < 0,05$ ) при використанні плоскорізного обробітку ґрунту на глибину 25-28 см. Для Гармоніуму значний вплив на діаметр стебла для всіх обробітків ґрунту був за всіх комбінованих обробок (дод. В), в той час як за дискування на глибину 5-8 см інокуляція VITAMIN O7 та 2 LEANUM не мали жодного впливу.

Таблиця 3.2

Висота прикріплення першого качана кукурудзи за варіантами у 2020-2022 рр., см

Гібрид	Варіант обробітку ґрунту	Варіант обробки біодобрином									Критерій Дункана
		Контроль	1 LEANUM	2 LEANUM	VITAMIN 07	VITAMIN 07 + 1 LEANUM	VITAMIN 07 + 2 LEANUM	LEANUM	LEANUM +1 LEANUM	LEANUM +2 LEANUM	
Гармоніум	Оранка 25-28 см	52,6	50,3	51,0	71,2	69,2	65,9	85,0	81,0	86,3	2,4
	Плоскорізнний обробіток 25-28 см	56,7	64,2	63,4	74,8	74,4	73,7	87,9	86,7	79,2	2,3
	Дискування 15-18 см	61,7	60,2	55,0	69,9	66,9	66,9	76,2	75,3	73,9	2,4
	Дискування 5-8 см	52,9	52,6	51,6	72,9	69,3	70,5	70,3	74,2	69,1	2,6
	Критерій Дункана	2,4									
Хемінгуей	Оранка 25-28 см	74,4	77,0	75,8	92,2	85,2	90,4	89,7	81,9	82,1	2,4
	Плоскорізнний обробіток 25-28 см	87,3	87,9	87,9	88,3	97,5	99,2	92,1	95,1	90,6	2,5
	Дискування 15-18 см	72,8	73,7	76,1	92,0	88,2	88,1	87,6	80,4	84,3	2,6
	Дискування 5-8 см	70,1	67,7	66,7	91,8	77,4	79,9	82,7	78,5	76,6	2,6
	Критерій Дункана	2,5									

Для Хемінгуею не можливо виділити один обробіток біопрепаратами, який забезпечував збільшення діаметру стебла за будь якого обробітку ґрунту, однак варто зазначити, що плоскорізний обробіток ґрунту на глибину 25-28 см мав суттєво більший діаметр стебла порівняно із контролем. Водночас за виконання дискування на глибину 5-8 см комбіновані обробки біодобривами VITAMIN O7 + 2 LEANUM, LEANUM + 2 LEANUM та одна фоліарна обробка LEANUM призвели до суттєвого зменшення діаметру стебла.

Беручи до уваги отримані результати, можна дійти висновку про те, що біометричні показники рослин кукурудзи, перш за все, залежать від гібриду. Дослідники, що вивчали схоже питання, мають дещо інші висновки. Так, наприклад, на висоту ранньостиглого і середньораннього гібриду, за вирощування на чорноземі типовому малогумусному, найкраще вплинув полицевий обробіток ґрунту (оранка на глибину 20-22 см), тоді як на середньостиглий гібрид позитивний вплив мав поверхневий обробіток на глибину 8-10 см (Лень et al., 2021; Маслійов et al., 2020). За вирощування на цьому ж ґрунті інших гібридів, було встановлено, що оранка на глибину 20-22 см знову ж таки позитивно впливала на висоту рослин, а найбільшому впливу піддався середньоранній гібрид (Тоцький & Лень, 2020). Іншими дослідженнями теж було підтверджено, що оранка на глибину 20-22 см позитивно впливає на висоту середньоранніх гібридів кукурудзи (Міцай et al., 2018). Водночас, за вирощування кукурудзи в умовах Сумського НАУ найкращий результат показав середньостиглий гібрид Фортеза, порівняно із середньопізнім ДМ Нейтив та середньостиглим ДМ Скарб (Radchenko et al., 2022). При вивченні ж впливу інокулянту та позакореневого підживлення на висоту кукурудзи за вирощування на сірих лісових ґрунтах було встановлено, що інокуляція все ж таки вплинула на висоту середньораннього гібриду (Мазур et al., 2018). А за використання біодобрива Граундфікс у нормі 8 л/га висота середньораннього гібриду кукурудзи суттєво збільшувалась в порівнянні із контролем та меншими нормами застосування біопрепарату в умовах Вінницької області. Дослідження, що порівнювали вплив інокуляції та

хімічних добрив на чорноземі типовому, де основним обробітком ґрунту була оранка на глибину 23-25 см, показали, що на висоту ультрараннього гібриду найкраще вплинув біопрепарат порівняно з контролем та хімічними добривами, однак в інших випадках біопрепарат перевищив контроль для сорту та середньораннього гібриду, проте не хімічні добрива (Теличко, 2020).

Висота прикріплення першого сформованого качана за вирощування середньораннього Хемінгуею була більшою, ніж середньостиглого Гармоніуму на 29,3 %, якщо навіть брати до уваги лише контроль. Це питання було досліджене багатьма вченими, оскільки ця характеристика суттєво впливає на кінцевий вихід врожаю. Так, Рудавська & Глива (2018) досліджували висоту прикріплення качана ранньостиглих і середньоранніх гібридів на темно-сірих опідзолених поверхнево оглеєних ґрунтах за різного удобрення і виділили чіткі межі для кожного гібриду. А Захарченко (2019) описала висоту прикріплення качана за виконання плоскорізного обробітку на глибину 25-27 см при вирощуванні середньораннього гібриду кукурудзи. Варто відмітити, що за використання мікродобрив збільшувалась висота рослин, висота прикріплення качана та діаметр стебла. Збільшення діаметру стебла при використанні інокулянту із вмістом *Azospirillum brasilense* і *Bacillus subtilis*, що також містились в удобрювальних продуктах, було доведено вченими із Бразилії (Galindo et al., 2019; Moreno et al., 2021).

### **3.2. Концентрація хлорофілу в рослинах**

Хлорофіл - основний компонент процесу фотосинтезу та грає ключову роль у формуванні врожаю (Заболотна et al., 2021). Цей пігмент неоднаковий у гібридів кукурудзи та залежить від навколишнього середовища та умов вирощування (Паламарчук, 2019; Малиновська & Борко, 2021). Важливим фактором є також площа листової поверхні, оскільки було встановлено, що збільшення площі листка сприяє швидшому накопиченню органічних речовин і, відповідно, підвищує врожайність (Savchuk et al., 2018).

Дослідження включало в себе оцінку показників площі листкової поверхні гібридів кукурудзи різних FAO та їхній вміст хлорофілу при використанні удобрювальних продуктів "LEANUM" і "VITAMIN O7" після чотирьох різних обробіток ґрунту.

У середньому для Гармоніуму площа листкової поверхні залежала від обробітку ґрунту та використання удобрювальних продуктів (дод. Г). Особливу увагу заслуговує те, що досліджуваний фактор значно знизився при дискуванні на глибину 5-8 см порівняно з оранкою (табл. 3.4). З іншого боку, варто відзначити істотне збільшення площі листкової поверхні при оранці, спостерігалось збільшення площі листкової поверхні при плоскорізному обробітку на глибину 25-28 см та дискуванні на глибину 15-18 см після однієї обробки по листу LEANUM та інокуляції VITAMIN O7.

За вирощування Хемінгуею площа листової поверхні суттєво залежала від обробітку ґрунту та використання удобрювальних продуктів. Зокрема, за будь-якого обробітку ґрунту, крім дискування на глибину 15-18 см, не спрацювала інокуляція як VITAMIN O7, так і LEANUM. На плоскорізному обробітку ґрунту на глибину 25-28 см та за дискування на глибину 15-18 см контрольні варіанти (без використання удобрювальних продуктів) перевищили цей же варіант на оранці на глибину 25-28 см. Варто додати, що на плоскорізному обробітку ґрунту на глибину 25-28 см та за дискування на глибину 15-18 см суттєвий вплив мали обробки по листу LEANUM та комбіновані обробки VITAMIN O7 + 1 LEANUM, VITAMIN O7 + 2 LEANUM, LEANUM + 1 LEANUM та LEANUM + 2 LEANUM. За виконання дискування на глибину 5-8 см позитивний вплив мали дві обробки LEANUM по листу, VITAMIN O7 + 2 LEANUM, LEANUM + 1 LEANUM та LEANUM + 2 LEANUM.

Щодо концентрації хлорофілу *a* у листках кукурудзи, можна стверджувати, що не всі фактори мали суттєвий вплив на цей показник (дод. Д).

Таблиця 3.4

Середня площа листової поверхні за варіантами у 2020-2022 роках, тис. м<sup>2</sup>/га

Гібрид	Варіант обробітку ґрунту	Варіант обробки біодобривом									Критерій Дункана
		Контроль	1 LEANUM	2 LEANUM	VITAMIN 07	VITAMIN 07 + 1 LEANUM	VITAMIN 07 + 2 LEANUM	LEANUM	LEANUM +1 LEANUM	LEANUM +2 LEANUM	
Гармоніум	Оранка 25-28 см	40,5	45,1	44,0	42,4	43,4	40,9	40,3	42,1	41,0	3,1
	Плоскорізнний обробіток на 25-28 см	40,0	45,2	41,9	46,6	40,9	43,4	38,0	40,9	37,5	3,4
	Дискування 15-18 см	38,9	46,7	42,1	43,7	42,0	42,6	40,8	45,8	36,6	3,4
	Дискування 5-8 см	33,7	37,3	38,8	38,2	41,6	35,6	37,8	40,0	34,5	2,2
	Критерій Дункана	3,0									
Хемінгуей	Оранка 25-28 см	40,4	46,4	48,5	43,2	45,5	47,2	44,1	46,8	48,9	3,4
	Плоскорізнний обробіток на 25-28 см	47,1	46,8	51,6	43,3	51,5	47,0	42,7	46,6	48,6	3,7
	Дискування 15-18 см	44,7	47,9	48,7	43,3	50,2	47,3	46,9	45,7	50,6	4,8
	Дискування 5-8 см	39,5	43,3	45,5	40,3	44,1	46,5	41,3	45,5	47,1	2,4
	Критерій Дункана	3,7									



Істотний вплив на концентрацію хлорофілу *a* за вирощування Гармоніуму мав лише обробіток ґрунту (дискування на глибину 15-18 см) без використання будь-якого удобрювального продукту. Загалом, концентрація хлорофілу *a* на всіх варіантах коливалась без суттєвих змін, проте, на варіанті без обробки жодним біодобривом (контроль) за проведення дискування на глибину 15-18 см, як основної обробки ґрунту, відбулось суттєве збільшення концентрації пігменту (табл. 3.5). За вирощування Хемінгуею концентрація хлорофілу *a*, загалом не мала істотних змін.

Водночас, концентрація хлорофілу *b* в листках кукурудзи за вирощування Гармоніуму не перевищувала контроль на жодному із варіантів (дод. Д.13). Так, за виконання оранки на глибину 25-28 см найнижчі показники було отримано за інокуляції VITAMIN O7, схожий результат був отриманий і на плоскорізному обробітку ґрунту, проте, додався ще й варіант 2 LEANUM по листу, що теж мав суттєво нижчий показник. На варіанті із дискуванням на глибину 15-18 см концентрація хлорофілу *b* була нижчою на контролі варіантах 2 LEANUM по листу та інокуляція LEANUM перед сівбою. Показники на варіанті обробітку дискування на глибину 5-8 см були суттєво нижчими на варіанті LEANUM +2 LEANUM.

Проте, загальна концентрація хлорофілу *a* та *b* (дод. Д.14) для Гармоніуму мала відхилення як у сторону збільшення показника, так і зменшення. На плоскорізному обробітку суттєвих відхилень відмічено не було. На варіанті із дискуванням на глибину 15-18 см істотно вищий вміст хлорофілу був відмічений на контрольному варіанті. За вирощування Хемінгуею збільшення концентрації хлорофілу *a* та *b* відмічено не було.

Таблиця 3.5

Концентрація хлорофілу *a* в листках у 2020-2022 роках

Гібрид	Варіант обробітку ґрунту	Варіант обробки біодобривом									Критерій Дункана
		Контроль	1 LEANUM	2 LEANUM	VITAMIN 07	VITAMIN 07 + 1 LEANUM	VITAMIN 07 + 2 LEANUM	LEANUM	LEANUM +1 LEANUM	LEANUM +2 LEANUM	
Гармоніум	Оранка 25-28 см	15,3	14,8	15,3	11,3	15,5	13,7	14,9	14,9	17,3	3,6
	Плоскорізний обробіток на 25-28 см	13,2	12,9	17,6	17,5	14,8	13,1	15,0	15,0	15,4	3,8
	Дискування 15-18 см	21,7	15,7	12,5	18,5	13,5	14,4	14,4	18,4	17,5	3,4
	Дискування 5-8 см	12,0	12,8	13,4	12,4	14,6	13,6	14,0	17,9	18,0	4,5
	Критерій Дункана	3,8									
Хемінгуей	Оранка 25-28 см	14,3	11,9	11,2	11,9	10,9	12,3	11,9	12,1	12,5	3,7
	Плоскорізний обробіток на 25-28 см	13,2	13,5	13,4	14,1	16,7	14,3	11,7	15,2	14,5	3,6
	Дискування 15-18 см	17,3	13,6	17,4	14,8	12,4	12,7	14,4	11,4	14,5	3,0
	Дискування 5-8 см	14,8	10,4	12,4	15,6	13,3	10,7	10,9	11,2	10,8	4,0
	Критерій Дункана	3,5									

Після проведення статистичного аналізу варто зазначити, що за вирощування Гармоніуму обробіток ґрунту та обробка біопрепаратами суттєво впливала на концентрацію хлорофілу ( $p > 0,05$ ). Однак, для хлорофілу *b* значний вплив виявила лише обробка біопрепаратами, а обробіток ґрунту не вплинув на концентрацію пігменту ( $p = 0,09$ ). Найвищий показники хлорофілу *a* був відмічений за виконання дискування на глибину 15-18 см на варіанті без застосування удобрювальних продуктів, схожа ситуація була і за вирощування іншого гібриду, значення на цій комбінації варіантів було вище, проте не суттєво. Водночас, за вирощування Хемінгуею обробіток ґрунту і обробка біопрепаратами не мала впливу на хлорофіл *b*, тоді як на інші показники цей вплив був суттєвим.

Якщо ж поставити питання про кореляцію площі листової поверхні та концентрацію пігментів, то кореляційний аналіз, не показав жодного зв'язку між цими показниками.

Вплив ефективних мікроорганізмів, що містяться у складі біодобрив, на площу листової поверхні та вміст хлорофілу був доведений багатьма вченими. Так, вченими Іраку було проведено дослідження, де вивчався сумісний вплив фітогормонів та ефективних мікроорганізмів на рослини кукурудзи. Результати показали, що застосування біодобрив з мікроорганізмами по листу призвело до збільшення прапорцевого листка, тоді як на вміст хлорофілу позитивний вплив мав варіант із застосуванням удобрювальних продуктів по листу та обробки поверхні ґрунту біодобривами (Kadhim, 2020). Вчені із Китаю досліджували вплив інокуляції *Rahnella aquatilis JZ-GX1* на проростання кукурудзи залежно від концентрації культури мікроорганізмів. Встановлено, що найвищий вміст хлорофілу було досягнуто за концентрації 107 куо/мл (Li et al., 2021). Водночас, бразильськими вченими було доведено позитивний вплив *Azospirillum brasilense* на вміст хлорофілу (Silva et al., 2022). Варто відмітити, що *Enterobacter cloacae* штаму PM23 за вивчення їх впливу показали позитивний ефект на вміст досліджуваних пігментів у рослинах кукурудзи, а також збільшення площі листової поверхні

за вирощування на засоленому ґрунті (Ali et al., 2022). Безліч схожих прикладів було описано у дослідженнях Naik et al., (2020).

Також, варто додати, що не лише ефективні мікроорганізми впливали на отримані показники хлорофілу та площі листкової поверхні, а й обробіток ґрунту. Це підтверджено не лише цим дослідженням, а й багатьма іншими (Stępień-Warda, 2020; Sun et al., 2018).

### **3.3. Урожайність кукурудзи**

Одна з тем, що найбільше цікавить дослідників – це урожайність культури, що вони досліджують. Однак, урожайність формується не сама собою, а так званою структурою врожаю. Тому, перш за все розглянемо її.

На довжину качана кукурудзи за різних обробітків ґрунту впливали обробки удобрювальними продуктами (табл. 3.6), крім дискування на глибину 5-8 см, де не було жодного суттєвого збільшення чи, навпаки, зменшення довжини відповідно до критерію Фішера (дод. Е). Варто додати, що обробіток ґрунту відповідно до вищезгаданого критерію не впливав на довжину качана, однак, обробка удобрювальними продуктами все ж таки мала суттєвий вплив. Зокрема, порівняно з контролем збільшення довжини забезпечували варіанти 1 LEANUM, VITAMIN O7 + 2 LEANUM, LEANUM, LEANUM + 1 LEANUM та LEANUM + 2 LEANUM. Водночас, збільшення діаметру качана та кількість рядів у качані кукурудзи не зазнали жодних істотних змін внаслідок дії досліджуваних факторів. Проте, вплив на кількість зерен у ряді був суттєвий. Зокрема, взаємодія двох досліджуваних факторів призвела до збільшення кількості зерен за обробітку оранка на глибину 25-28 см та інокуляції LEANUM перед сівбою. На плоскорізному обробітку на глибину 25-28 см кількість зерен збільшилась на контрольному варіанті, а також на варіантах 2 LEANUM та VITAMIN O7 + 1 LEANUM. За виконання дискування на глибину 15-18 см не було зафіксовано жодних коливань порівняно з контролем, а на варіанті дискування на глибину 5-8 см кількість зерен у ряді без обробки удобрювальними продуктами (контроль) була суттєво нижчою.

Таблиця 3.6

Показники структури врожаю гібриду Гармоніум у 2020-2022 рр.

Обробіток ґрунту	Біодобриво	Показники структури врожаю			
		Довжина качана, см	Діаметр качана, см	Кількість рядів, шт	Кількість зерен у ряді, шт
1	2	3	4	5	6
Оранка 25-28 см	Контроль	15,4	4,2	15,2	23,6
	1 LEANUM	18,3	4,4	15,9	26,8
	2 LEANUM	17,6	4,4	15,8	25,4
	VITAMIN O7	14,2	4,1	14,8	23,2
	VITAMIN O7 + 1 LEANUM	15,1	4,2	14,8	23,1
	VITAMIN O7 + 2 LEANUM	17,4	4,3	15,6	23,9
	LEANUM	17,4	4,4	15,8	27,4
	LEANUM + 1 LEANUM	18,0	4,2	15,9	22,4
	LEANUM + 2 LEANUM	17,5	4,2	15,6	25,0
Плоскорізний обробіток на 25-28 см	Контроль	15,9	4,2	14,3	31,4
	1 LEANUM	17,5	4,4	15,1	26,4
	2 LEANUM	15,5	4,4	15,6	28,0
	VITAMIN O7	16,2	4,3	15,4	25,3
	VITAMIN O7 + 1 LEANUM	15,6	4,3	15,7	27,3
	VITAMIN O7 + 2 LEANUM	18,6	4,3	15,3	30,5
	LEANUM	18,8	4,3	14,7	26,0
	LEANUM + 1 LEANUM	18,3	4,3	15,2	26,7

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4	5	6
	LEANUM + 2 LEANUM	17,5	4,2	15,9	24,0
Дискування 15-18 см	Контроль	16,3	4,3	14,7	23,2
	1 LEANUM	16,7	4,3	14,7	23,2
	2 LEANUM	15,6	4,3	15,1	26,5
	VITAMIN O7	15,6	4,2	14,6	26,9
	VITAMIN O7 + 1 LEANUM	14,8	4,2	14,7	22,5
	VITAMIN O7 + 2 LEANUM	17,0	4,2	15,0	21,4
	LEANUM	18,2	4,4	14,8	24,1
	LEANUM + 1 LEANUM	16,9	4,3	15,9	21,1
	LEANUM + 2 LEANUM	18,1	4,2	15,6	20,7
Дискування 5-8 см	Контроль	16,2	4,1	15,3	19,4
	1 LEANUM	16,4	4,3	15,3	22,7
	2 LEANUM	16,5	4,3	15,1	21,2
	VITAMIN O7	17,2	4,4	16,2	22,8
	VITAMIN O7 + 1 LEANUM	16,3	4,2	15,2	23,0
	VITAMIN O7 + 2 LEANUM	16,1	4,2	15,7	22,4
	LEANUM	16,2	4,2	15,3	24,0
	LEANUM + 1 LEANUM	15,9	4,2	14,9	25,0
	LEANUM + 2 LEANUM	15,8	4,1	14,4	22,4
Критерій Дункана		2,3	0,2	1,1	3,4

На довжину качана за вирощування Хемінгуею суттєво вплинув обробіток ґрунту (табл. 3.7). Так, порівняно з контролем, відповідно до критерію Фішера, збільшення ( $p < 0,05$ ) було зафіксовано на плоскорізному

обробітку ґрунту на глибину 25-28 см. Статистичний аналіз показав, що обробка рослин біодобривами не призвела до збільшення довжини качана. На варіантах VITAMIN O7, VITAMIN O7 + 1 LEANUM, LEANUM + 1 LEANUM і LEANUM + 2 LEANUM було встановлене значне зменшення довжини качана порівняно з контролем. На діаметр качана обробіток ґрунту не мав суттєвого впливу. Проте, всі варіанти обробки удобрювальними продуктами мали істотно менший діаметр качана порівняно із контролем. Кількість рядів за результатами досліджень була значно вищою за виконання дискування на глибину 5-8 см порівняно із контролем (оранка). Обробка біодобривами не мала суттєвого впливу. Проте, спільна дія обробітку ґрунту та обробки удобрювальними продуктами призвела до суттєвого збільшення кількості рядів у качані на варіантах: оранка на глибину 25-28 см та обробка 1 LEANUM по листу, а також комбінація варіантів дискування 5-8 см та LEANUM + 2 LEANUM. Кількість зерен у ряді значною мірою знижувалась відповідно до варіанту обробітку ґрунту. Так, за критерієм Фішера оранка на глибину 25-28 см і плоскорізний обробіток на глибину 25-28 см мали значну перевагу у кількості зерен у ряді порівняно із більш мілкими обробітками. Однак, обробки удобрювальними продуктами та взаємодія двох досліджуваних факторів не мали впливу на показник, що аналізується.

Таблиця 3.7

Показники структури врожаю гібрида Хемінгуей у 2020-2022 рр.

Обробіток ґрунту	Біодобриво	Показники структури врожаю			
		Довжина качана, см	Діаметр качана, см	Кількість рядів, шт	Кількість зерен у ряді, шт
1	2	3	4	5	6
Оранка 25-28 см	Контроль	19,7	4,6	14,8	25,9
	1 LEANUM	19,2	4,4	16,1	28,7
	2 LEANUM	18,9	4,3	14,8	28,8
	VITAMIN O7	18,4	4,2	14,6	28,2

Продовження таблиці 3.7

1	2	3	4	5	6
	VITAMIN O7 + 1 LEANUM	16,4	4,2	14,6	25,8
	VITAMIN O7 + 2 LEANUM	18,4	4,2	14,4	28,0
	LEANUM	18,2	4,4	15,2	28,2
	LEANUM + 1 LEANUM	18,3	4,2	14,9	25,8
	LEANUM + 2 LEANUM	16,7	4,2	15,0	25,6
Плоскорізний обробіток 25-28 см	Контроль	19,9	4,4	15,0	26,8
	1 LEANUM	20,1	4,4	14,9	28,4
	2 LEANUM	20,8	4,3	15,1	28,4
	VITAMIN O7	18,5	4,2	14,6	24,5
	VITAMIN O7 + 1 LEANUM	18,1	4,3	14,4	26,4
	VITAMIN O7 + 2 LEANUM	19,5	4,2	15,4	24,0
	LEANUM	18,2	4,3	14,2	26,2
	LEANUM + 1 LEANUM	17,0	4,2	14,7	25,0
	LEANUM + 2 LEANUM	19,6	4,3	14,6	27,7
Дискування 15-18 см	Контроль	19,3	4,5	15,0	24,4
	1 LEANUM	17,8	4,2	14,9	23,8
	2 LEANUM	18,8	4,3	15,6	24,4
	VITAMIN O7	17,6	4,3	14,9	27,0
	VITAMIN O7 + 1 LEANUM	18,5	4,3	15,5	27,3
	VITAMIN O7 + 2 LEANUM	19,0	4,2	15,1	26,5
	LEANUM	17,8	4,3	14,3	25,1
	LEANUM + 1 LEANUM	18,3	4,3	15,2	25,7
	LEANUM + 2 LEANUM	19,5	4,3	14,4	26,2



Продовження таблиці 3.7

1	2	3	4	5	6
Дискування 5-8 см	Контроль	19,1	4,1	15,3	24,3
	1 LEANUM	18,3	4,2	14,5	26,5
	2 LEANUM	19,3	4,3	15,2	26,3
	VITAMIN O7	18,7	4,4	15,2	27,2
	VITAMIN O7 + 1 LEANUM	18,0	4,3	15,4	25,9
	VITAMIN O7 + 2 LEANUM	18,3	4,1	15,3	26,0
	LEANUM	18,6	4,2	15,1	26,1
	LEANUM + 1 LEANUM	18,8	4,3	15,2	26,3
	LEANUM + 2 LEANUM	19,9	4,3	15,8	25,0
Критерій Дункана	1,9	0,2	0,9	3,6	

Вплив факторів, що досліджувались, на масу 1000 насінин був суттєвий (дод. Є). Зокрема, взаємодія обробітку ґрунту і використання біодобрив (табл. 8) сприяло істотному збільшенню маси 1000 насінин кукурудзи за виконання оранки на глибину 25-28 см та використанні комбінованої обробки удобрювальними продуктами LEANUM + 1 LEANUM та LEANUM + 2 LEANUM, тоді як на інших обробітках ґрунту позитивного впливу відмічено не було. Зокрема, на плоскорізному обробітку на глибину 25-28 см маса 1000 насінин кукурудзи зменшилась на контрольному варіанті (без обробок біодобривами) та на варіанті інокуляції VITAMIN O7 та за комбінованої обробки VITAMIN O7 + 2 LEANUM. Водночас, на більш мілких обробітках (дискування на глибину 15-18 та 5-8 см) було відмічене зменшення маси 1000 насінин на контролі та фоліарному застосуванню 1 LEANUM. Всі варіанти обробітку ґрунту мали суттєвий вплив на масу 1000 насінин порівняно із контролем. Обробка біодобривами, також мала значний вплив на досліджуваний показник на всіх варіантах, крім VITAMIN O7.

Відповідно до критерію Фішера комбінація обробітків ґрунту із удобрювальними продуктами призводила до істотного варіювання

врожайності (дод. Є.4). Так, на варіантах без обробки біопрепаратами за дискування на глибину 15-18 см та 5-8 см, урожайність нижче. Водночас, за виконання оранки та комбінованої обробки LEANUM + 2 LEANUM урожайність суттєво більше.

Відповідно до проведеного статистичного аналізу маса 1000 насінин Хемінгуею істотно залежала від обробітку ґрунту та використання добривальних продуктів. Так, на кожному з обробітків було відмічено істотне збільшення маси 1000 насінин за використання добривальних продуктів. Однак, лише комбінація варіантів плоскорізний обробіток ґрунту на глибину 25-28 см та LEANUM + 2 LEANUM призвели до суттєвого ( $p < 0,05$ ) збільшення врожайності Хемінгуею.

Таблиця 3.8

Маса 1000 насінин та урожайність обох гібридів у 2020-2022 рр.

Обробіток ґрунту	Біодобриво	Гібриди			
		Гармоніум		Хемінгуей	
		Маса 1000 шт, г	Урожайність, т/га	Маса 1000 шт, г	Урожайність, т/га
1	2	3	4	5	6
Оранка 25-28 см	Контроль	270,1	6,4	229,1	6,4
	1 LEANUM	257,5	7,0	248,2	6,8
	2 LEANUM	269,0	6,8	259,4	6,9
	VITAMIN O7	278,2	6,3	255,2	6,7
	VITAMIN O7 + 1 LEANUM	282,3	6,2	267,2	6,9
	VITAMIN O7 + 2 LEANUM	283,2	6,8	280,0	7,2
	LEANUM	240,2	6,7	264,2	7,1
	LEANUM + 1 LEANUM	301,0	7,0	269,8	7,0
	LEANUM + 2 LEANUM	322,3	8,2	274,7	7,0
	Контроль	204,8	6,2	238,7	6,3
	1 LEANUM	250,9	7,4	251,2	7,1

Продовження таблиці 3.8

1	2	3	4	5	6
Плоскорізний обробіток 25-28 см	2 LEANUM	247,6	6,8	263,2	7,3
	VITAMIN O7	205,3	5,7	256,6	6,4
	VITAMIN O7 + 1 LEANUM	245,3	6,6	293,4	7,3
	VITAMIN O7 + 2 LEANUM	240,5	7,4	295,1	6,9
	LEANUM	261,1	6,9	297,3	6,9
	LEANUM + 1 LEANUM	246,8	6,8	313,5	7,3
	LEANUM + 2 LEANUM	265,9	6,9	318,0	8,8
Дискування 15-18 см	Контроль	235,7	4,9	233,4	5,7
	1 LEANUM	237,2	5,3	251,6	6,4
	2 LEANUM	270,4	6,6	256,0	6,6
	VITAMIN O7	245,3	5,7	221,0	6,6
	VITAMIN O7 + 1 LEANUM	254,6	5,5	226,0	7,0
	VITAMIN O7 + 2 LEANUM	268,5	6,0	263,2	7,2
	LEANUM	289,8	7,0	221,4	6,0
	LEANUM + 1 LEANUM	270,5	6,1	253,7	7,0
	LEANUM + 2 LEANUM	275,7	6,3	274,4	7,1
Дискування 5-8 см	Контроль	234,6	4,5	211,6	5,4
	1 LEANUM	231,1	5,2	226,8	6,3
	2 LEANUM	267,6	5,6	240,1	6,7
	VITAMIN O7	267,6	6,6	224,7	6,4
	VITAMIN O7 + 1 LEANUM	292,0	6,9	235,2	6,7
	VITAMIN O7 + 2 LEANUM	270,3	6,5	250,2	6,9
	LEANUM	259,2	6,2	237,1	6,4

Продовження таблиці 3.8

1	2	3	4	5	6
	LEANUM + 1 LEANUM	278,3	6,4	256,5	6,9
	LEANUM + 2 LEANUM	293,2	5,7	264,9	7,3
Критерій Дункана		26,4	1,4	26,7	1,8

Тож, якщо аналізувати всі дані, що були отримані під час проведення досліджень можна зазначити, що вплив удобрювальних продуктів і обробітку ґрунту на гібриди кукурудзи різних груп стиглості дійсно є. Хоча, маса 1000 насінин на деяких варіантах була суттєво нижчою порівняно із контролем. Проте були варіанти, що дозволили збільшити цей показник. Зокрема, за вирощування Гармоніуму комбінація варіантів оранка на глибину 25-28 см та LEANUM + 2 LEANUM забезпечили підвищення маси 1000 насінин, що, в свою чергу, призвело до істотного збільшення врожайності. Так, порівняно з контролем урожайність збільшилась на 22,2 %. За вирощування Хемінгуею склалась схожа ситуація. Так, за виконання плоскорізного обробітку на глибину 25-28 см та використання комбінованої обробки удобрювальними продуктами LEANUM + 2 LEANUM урожайність підвищилась на 27,2 %.

Загалом, ефективність мікроорганізмів, які представлені в удобрювальних продуктах, що досліджувались, доведена багатьма вченими. Так, вплив бактерій роду *Azotobacter* на урожайність описаний дослідниками (Das, 2019; Song et al., 2020; Cardarelli et al., 2022). Зокрема, в Греції було вивчено і доведено, що за умови сумісного використання *A. chroococcum* та *B. subtilis* для обробки ґрунту в посівах кукурудзи зростає урожайність культури (Efthimiadou et al., 2020). Доволі багато досліджень було проведено й з приводу користі бактерій роду *Rhizobium* (Maitra et al., 2023; Fukami et al., 2018; Lopes et al., 2021). Зокрема, вченими з Пакистану було доведено, що завдяки тому, що ці бактерії виділяють полісахариди під час своєї життєдіяльності, відбувається стимулювання росту рослин, а також покращуються властивості

грунту (Dag et al., 2021). Стосовно фосфатмобілізуючих бактерій, що використовуються у досліджуваному удобрювальному продукті у деяких вчених є думки про те, що найкраще їх застосовувати в комбінації з іншими корисними мікроорганізмами (Ribeiro et al., 2022; Massucato et al., 2022). Підтвердженням цього є експерименти, що проводились в контрольованих умовах, де було встановлено, що комбінація бактерій, які покращують ріст рослин суттєво вплинула на вміст сухої речовини під час вирощування кукурудзи (Kuan et al., 2016).

### **3.4. Якість зерна кукурудзи**

Для агровиробників важлива не лише кількість врожаю (Obelenwa, & Ugwuanyi, 2022), а й якість зерна, що було отримане. Зокрема, у Ефіопії вивчали вплив біодобрих на вміст протеїну у зерні кукурудзи (Gunaratna et al., 2019). Також, досліджувався вплив *Pseudomonas fluorescens* на олійність зерна (Novinscak, & Fillion, 2019). Важливими показниками, що впливають на якість є також вміст крохмалю, золи і клітковини.

Загалом, результати, що були отримані за три роки досліджень показали, що вміст протеїну за вирощування Гармоніуму (табл. 3.9) збільшився за виконання оранки на глибину 25-28 см та обробки 2 LEANUM, на плоскорізному обробітку на глибину 25-28 см за інокуляції VITAMIN O7, а за дискування на глибину 5-8 см за обробки по листу 1 LEANUM та інокуляції VITAMIN O7. На інших варіантах вміст протеїну був в межах отриманих на контролі, або був суттєво нижчим за нього. Вміст олії в зерні кукурудзи збільшився лише на варіанті дискування на глибину 5-8 см та комбінованої обробки LEANUM + 1 LEANUM. Найвищий показник крохмалю за оранки на глибину 25-28 см був зафіксований за комбінованих обробок VITAMIN O7 + 2 LEANUM і LEANUM + 1 LEANUM. На плоскорізному обробітку на глибину 25-28 см - за комбінованої обробки LEANUM + 2 LEANUM. На інших варіантах вміст на одному рівні з контрольним варіантом, що не має суттєвої відмінності. Водночас, збільшення вмісту золи за оранки на глибину 25-28 см

було відмічене на варіантах 2 LEANUM, інокуляція LEANUM та LEANUM + 2 LEANUM.

Варто відмітити, що за використання комбінованої обробки LEANUM + 2 LEANUM вміст золи збільшився і на обробітку ґрунту дискування на глибину 5-8 см. Водночас, збільшення вмісту клітковини не було зафіксовано на жодному із варіанті.

**Таблиця 3.9**

Якісні показники врожаю гібрида Гармоніум у 2020-2022 рр.

Обробіток ґрунту	Біодобриво	Якісні показники врожаю, сира речовина (%)				
		Протеїн	Олія	Крохмаль	Зола	Клітковина
1	2	3	4	5	6	7
Оранка 25-28 см	Контроль	7,71	4,01	73,65	1,94	3,60
	1 LEANUM	8,18	4,15	74,82	2,01	3,68
	2 LEANUM	8,29	4,00	75,02	2,08	3,71
	VITAMIN O7	6,39	3,64	76,39	1,63	3,86
	VITAMIN O7 + 1 LEANUM	7,23	3,70	74,81	1,76	3,73
	VITAMIN O7 + 2 LEANUM	7,16	4,14	78,23	1,86	3,76
	LEANUM	7,70	3,95	69,93	2,08	3,54
	LEANUM + 1 LEANUM	7,64	4,06	76,53	1,93	3,70
	LEANUM + 2 LEANUM	7,75	4,10	75,80	2,16	3,78
Плоскорізний обробіток 25-28 см	Контроль	6,87	3,75	73,08	1,67	3,23
	1 LEANUM	7,58	3,81	76,37	1,70	3,25
	2 LEANUM	7,88	3,74	76,15	1,69	3,41
	VITAMIN O7	8,43	3,38	69,79	1,95	3,27
	VITAMIN O7 + 1 LEANUM	7,54	3,98	75,99	1,71	3,47
	VITAMIN O7 + 2 LEANUM	7,66	4,09	75,21	1,75	3,63
	LEANUM	7,56	3,70	72,37	2,01	3,44

Продовження таблиці 3.9

1	2	3	4	5	6	7
	LEANUM + 1 LEANUM	7,31	3,94	74,42	1,81	3,25
	LEANUM + 2 LEANUM	7,60	4,10	77,47	1,88	3,39
Дискування 15-18 см	Контроль	7,36	3,37	68,53	1,66	2,99
	1 LEANUM	7,63	3,39	70,13	1,57	2,94
	2 LEANUM	7,52	3,33	71,13	1,41	3,01
	VITAMIN O7	7,83	3,47	65,87	1,65	2,90
	VITAMIN O7 + 1 LEANUM	6,89	3,50	72,60	1,34	3,13
	VITAMIN O7 + 2 LEANUM	7,45	3,65	71,07	1,56	3,19
	LEANUM	6,98	3,65	70,07	1,58	3,05
	LEANUM + 1 LEANUM	6,82	3,74	70,86	1,51	2,96
	LEANUM + 2 LEANUM	7,67	3,99	72,92	1,79	3,30
Дискування 5-8 см	Контроль	7,35	3,74	73,41	1,69	3,38
	1 LEANUM	8,25	3,82	72,93	1,90	3,10
	2 LEANUM	7,71	4,13	75,38	1,84	3,66
	VITAMIN O7	8,51	3,48	73,39	1,96	3,15
	VITAMIN O7 + 1 LEANUM	7,99	3,28	71,52	1,74	3,16
	VITAMIN O7 + 2 LEANUM	6,97	3,83	75,54	1,39	3,09
	LEANUM	7,52	4,02	74,68	1,55	3,34
	LEANUM + 1 LEANUM	7,96	4,29	74,60	2,00	3,67
	LEANUM + 2 LEANUM	7,69	4,19	74,26	2,15	3,72
Критерій Дункана		0,5	0,23	2,76	0,12	0,26

При вирощуванні Хемінгуею (табл. 3.10) вміст протеїну у зерні кукурудзи був суттєво вищий лише при виконанні дискування на глибину 5-8 см та комбінованій обробці VITAMIN O7 + 2 LEANUM та обробці по листу 1 LEANUM. Показники олійності за виконання оранки на глибину 25-28 см збільшувались на комбінованих варіантах обробки удобрювальними

продуктами, зокрема, VITAMIN O7 + 1 LEANUM, LEANUM + 1 LEANUM, LEANUM + 2 LEANUM та інокуляції LEANUM. На варіанті плоскорізного обробітку на глибину 25-28 см вміст олії збільшився на контролі (без обробки біодобривами) та варіантах 2 LEANUM, LEANUM + 2 LEANUM. За дискування на глибину 15-18 см не було суттєвого збільшення, проте за виконання дискування на глибину 5-8 см вміст олії збільшився при виконанні комбінованих обробок VITAMIN O7 + 2 LEANUM та LEANUM + 1 LEANUM. Вміст крохмалю в зерні збільшився на двох обробках ґрунту. Так, на оранці на глибину 25-28 см показник підвищився за виконання комбінованих обробок LEANUM і LEANUM + 2 LEANUM. А на плоскорізному обробітку на глибину 25-28 см при виконанні обробок VITAMIN O7 + 1 LEANUM і LEANUM + 1 LEANUM. Вміст золи в зерні кукурудзи за оранки збільшився на варіантах обробітку LEANUM + 2 LEANUM та інокуляції LEANUM. За плоскорізного обробітку на глибину 25-28 см вміст показника, що аналізується, збільшився за інокуляції VITAMIN O7 і LEANUM та комбінованої обробки LEANUM + 2 LEANUM. При дискуванні на глибину 15-18 см не було суттєвого збільшення золи у зерні кукурудзи. А на варіанті дискування на глибину 5-8 см вміст золи збільшився за інокуляції зерна LEANUM перед сівбою. Вміст клітковини не мав суттєвого збільшення на жодному із варіантів.

Таблиця 3.10

Якісні показники врожаю гібрида Хемінгуей у 2020-2022 рр.

Обробіток ґрунту	Біодобриво	Якісні показники врожаю, сира речовина (%)				
		Протеїн	Олія	Крохмаль	Зола	Клітковина
1	2	3	4	5	6	7
Оранка 25-28 см	Контроль	7,80	3,96	73,65	1,91	3,85
	1 LEANUM	7,90	4,11	73,88	1,93	3,81
	2 LEANUM	7,33	3,96	75,95	1,85	3,96
	VITAMIN O7	7,46	4,16	74,36	1,90	3,70



Продовження таблиці 3.10

1	2	3	4	5	6	7
	VITAMIN O7 + 1 LEANUM	7,45	4,25	73,39	1,87	3,76
	VITAMIN O7 + 2 LEANUM	7,43	3,78	74,45	2,01	3,80
	LEANUM	7,85	4,75	73,69	2,13	3,77
	LEANUM + 1 LEANUM	7,13	4,34	77,26	1,91	4,06
	LEANUM + 2 LEANUM	7,80	4,40	78,50	2,21	4,04
Плоскорізнний обробіток 25-28 см	Контроль	7,77	4,43	72,39	1,98	3,60
	1 LEANUM	8,13	3,91	74,28	1,86	3,59
	2 LEANUM	7,79	4,45	75,19	1,99	3,72
	VITAMIN O7	8,21	4,06	71,12	2,13	3,67
	VITAMIN O7 + 1 LEANUM	7,67	3,93	76,73	1,74	3,60
	VITAMIN O7 + 2 LEANUM	7,23	4,22	75,25	1,83	3,76
	LEANUM	7,59	3,93	74,45	2,17	4,01
	LEANUM + 1 LEANUM	7,03	3,85	76,69	1,59	3,70
	LEANUM + 2 LEANUM	7,73	4,27	75,15	2,19	3,73
Дискування 15-18 см	Контроль	6,77	3,77	68,20	1,56	3,20
	1 LEANUM	6,78	3,81	71,61	1,48	3,18
	2 LEANUM	7,04	3,90	71,28	1,57	3,07
	VITAMIN O7	7,86	3,77	66,62	1,64	3,06
	VITAMIN O7 + 1 LEANUM	7,08	3,84	72,07	1,44	3,19
	VITAMIN O7 + 2 LEANUM	7,02	3,73	71,02	1,60	3,19
	LEANUM	6,73	3,51	70,42	1,61	3,39
	LEANUM + 1 LEANUM	7,29	3,99	70,83	1,85	3,53
	LEANUM + 2 LEANUM	7,27	3,63	71,74	1,64	3,20
Дискування 5-8 см	Контроль	6,87	3,91	74,81	1,67	3,81
	1 LEANUM	8,72	4,04	73,67	1,71	3,18
	2 LEANUM	7,67	4,20	74,95	1,78	3,61

Продовження таблиці 3.10

1	2	3	4	5	6	7
	VITAMIN O7	7,06	3,84	72,60	1,66	3,29
	VITAMIN O7 + 1 LEANUM	8,30	4,15	72,13	1,95	3,35
	VITAMIN O7 + 2 LEANUM	8,64	4,31	73,06	2,02	3,25
	LEANUM	7,99	3,53	70,75	2,23	3,62
	LEANUM + 1 LEANUM	7,84	4,40	74,64	1,90	3,80
	LEANUM + 2 LEANUM	7,51	3,95	74,79	2,01	3,94
	Критерій Дункана	0,73	0,27	2,75	0,20	0,28

Аналізуючи отримані дані, можна дійти до висновку, що якщо піднімається значення одного з показників, падає вміст іншого і лише за деякими виключеннями суттєво збільшується декілька показників. Так, при вирощуванні Гармоніуму та виконанні оранки на глибину 25-28 см відбулось суттєве збільшення вмісту протеїну і золи у сирій речовині за обробки по листу (2 LEANUM). Проте, за виконання дискування на глибину 5-8 см за інокуляції VITAMIN O7 суттєво підвищився вміст протеїну, проте знизилась олійність. При цьому за вирощування Хемінгуею і виконання оранки на глибину 25-28 см при комбінованій обробці LEANUM + 2 LEANUM збільшився вміст олії, крохмалю і золи. Водночас, за плоскорізного обробітку на глибину 25-28 см та обробок LEANUM + 1 LEANUM суттєво збільшився вміст крохмалю, проте знизився вміст протеїну і золи. За обробки ґрунту дисками на глибину 15-18 см не відбулось жодного суттєвого збільшення показників, лише зменшення. А на варіанті дискування на глибину 5-8 см суттєве збільшення протеїну і олії відбулось при комбінованій обробці VITAMIN O7 + 2 LEANUM, проте за цього варіанту суттєво зменшився вміст клітковини.

Схожі дослідження з впливу ефективних мікроорганізмів на якість врожаю кукурудзи вже проводились. Так, доведено, *Rhizobium leguminosarum* значно впливає на вміст крохмалю і білку в зерні (Santoyo et al., 2021).

Збільшення вмісту інших структур, за виконання інокуляції довели й інші вчені Pereira et al., (2023), Mondal et al., (2020).

### Висновки до розділу 3

1. Дисперсійний аналіз показав, що обробка ґрунту та використання ґрунтових пробіотиків мають суттєвий вплив на висоту рослин кукурудзи ( $p < 0,05$ ). Найкращий результат був досягнутий за виконання плоскорізного обробітку на глибину 25-28 см. Деякі комбінації біодобрих також позитивно вплинули на висоту рослин. Контрольні варіанти без обробки біодобривами та деякі варіанти з інокуляцією насіння показали нижчі результати. Висота прикріплення першого качана на стеблі кукурудзи суттєво залежить від обробітку ґрунту та використання біодобрих. На діаметр стебла також значно впливає плоскорізний обробіток ґрунту на глибину 25-28 см.

2. Площа листової поверхні Гармоніуму на всіх обробітках ґрунту, крім дискування на глибину 5-8 см, була в межах статистичної похибки і не мала суттєвої відмінності, водночас на дискуванні на глибину 5-8 см площа листової поверхні була суттєво меншою. Всі удобрювальні продукти мали суттєвий вплив на показник, що аналізується, крім LEANUM та LEANUM + 2 LEANUM. За вирощування Хемінгуею всі обробітки ґрунту мали суттєвий вплив на площу листової поверхні, порівняно з контролем. Що стосується удобрювальних продуктів, то інокуляція жодним з біодобрих, за вирощування цього гібриду не мала жодного впливу.

3. Загальна концентрація хлорофілу *a* та *b* в листках Гармоніуму виявила відхилення як у збільшенні, так і в зменшенні показників. Вплив обробітку ґрунту на концентрацію хлорофілу різних варіантів був різним. На варіанті з дискуванням на глибину 15-18 см вміст хлорофілу був вищим на контрольному варіанті та за інокуляції VITAMIN O7, але нижчим на варіанті 2 LEANUM. Показники концентрації хлорофілу були нижче на контрольному варіанті та за інокуляції VITAMIN O7 на варіанті з дискуванням на глибину 5-

8 см. За вирощування Хемінгуею не було виявлено збільшення концентрації хлорофілу *a* та *b*.

4. За вирощування Гармоніуму обробіток ґрунту та використання удобрювальних продуктів впливали на довжину качана кукурудзи. Обробки удобрювальними продуктами, окрім як за дискування на глибину 5-8 см, позитивно вплинули на довжину качана. Інші фактори, такі як діаметр качана та кількість рядів у качані, не виявили суттєвих змін. Проте, кількість зерен у ряді була суттєвою змінною, залежно від взаємодії обробітку ґрунту та інокуляції LEANUM перед сівбою. Також було відмічено, що деякі варіанти обробітку сприяли збільшенню кількості зерен у ряді, порівняно з контрольним варіантом.

5. За вирощування Хемінгуею на довжину качана кукурудзи значний вплив мав обробіток ґрунту, особливо на глибину 25-28 см, де спостерігалось статистично значуще збільшення. Обробка рослин біодобривами не призвела до збільшення довжини качана. Діаметр качана не піддався суттєвим змінам. Спільна дія обробітку ґрунту та удобрювальних продуктів призвела до збільшення кількості рядів у качані на певних варіантах. Проте, кількість зерен у ряді була більшою при глибшому обробітку ґрунту, а використання удобрювальних продуктів не вплинуло на цей показник.

6. Вплив обробітку ґрунту і використання біодобрив на масу 1000 насінин кукурудзи був суттєвим. Так, за вирощування Гармоніуму цей показник суттєво збільшився за виконання оранки на глибину 25-28 см та комбінованої обробки LEANUM + 1 LEANUM та LEANUM + 2 LEANUM, що, в свою чергу, призвело до суттєвого збільшення врожайності на варіанті LEANUM + 2 LEANUM. За вирощування Хемінгуею суттєве збільшення маси 1000 насінин було зафіксоване при виконанні плоскорізного обробітку ґрунту на глибину 25-28 см та декількох варіантах біодобрив. Проте, збільшення врожайності також було відмічено лише на варіанті LEANUM + 2 LEANUM.

7. Загалом, результати трьох років досліджень показали, що вміст протеїну в зерні за вирощування Гармоніуму змінювався залежно від

обробітку ґрунту і використання біодобрих. Деякі обробітки, такі як оранка на глибину 25-28 см та обробка контроль + 2 LEANUM, сприяли збільшенню вмісту протеїну. Дискування на глибину 5-8 см разом з контроль + 1 LEANUM та інокуляція VITAMIN O7 також призводили до збільшення вмісту протеїну. На інших варіантах вміст протеїну залишався в межах норми або був нижчим за контроль. Що стосується вмісту олії, він збільшився лише при дискуванні на глибину 5-8 см та комбінованій обробці LEANUM + 1 LEANUM. Вміст крохмалю був найвищим при оранці на глибину 25-28 см і комбінованих обробках VITAMIN O7 + 2 LEANUM і LEANUM + 1 LEANUM. Збільшення вмісту золи спостерігалось при оранці на глибину 25-28 см і обробках Контроль + 2 LEANUM, LEANUM і LEANUM + 2 LEANUM. Зменшення вмісту клітковини було виявлено на всіх варіантах, без винятку.

8. Вимірювання вмісту протеїну, олії, крохмалю, золи та клітковини у зерні кукурудзи гібриду Хемінгуей показали найбільші зміни в показниках при дискуванні на глибину 5-8 см та комбінованому обробітку VITAMIN O7 + 2 LEANUM. З оранкою на глибину 25-28 см показники олії збільшувались на комбінованих варіантах обробки, а вміст крохмалю та золи варіював залежно від глибини та типу обробітку. Натомість, вміст клітковини не показав суттєвих змін на жодному з варіантів.

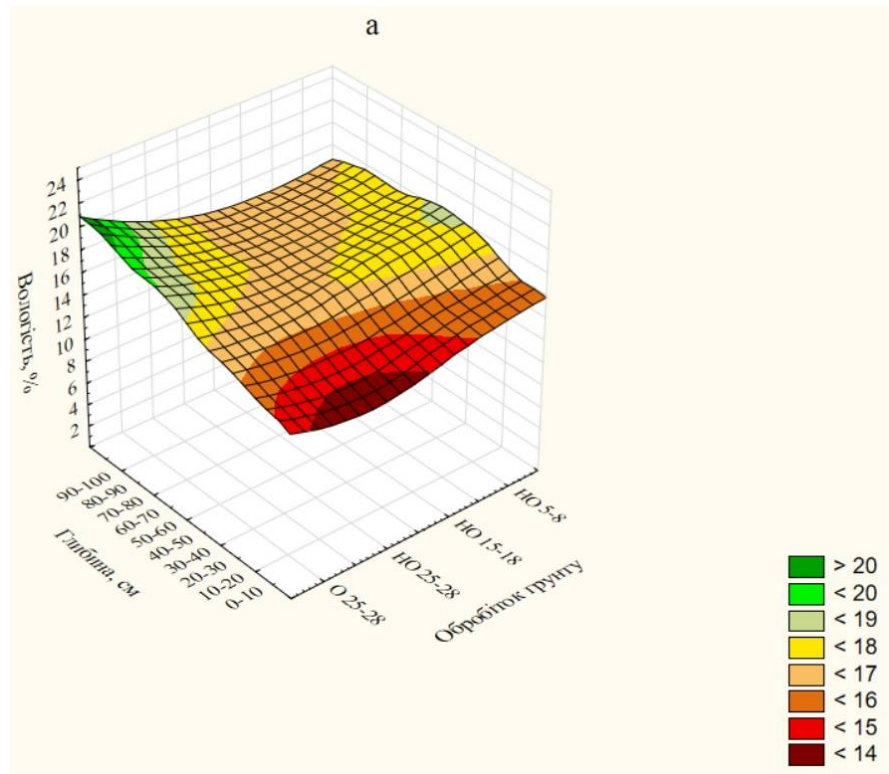
## РОЗДІЛ 4

### ОБРОБІТОК ГРУНТУ ТА БІОДОБРИВА ЯК ФАКТОРИ РЕГУЛЮВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ТА РОДЮЧОСТІ ГРУНТУ

#### 4.1. Водний режим ґрунту

Волога, що міститься у ґрунті – невід’ємна частина, що впливає на всі показники, які були проаналізовані у цій роботі. Багатьма вченими доведено, що на збереження вологості ґрунту напряду впливає саме обробіток, що був проведений (Wang et al., 2015; Kiboi et al., 2022; Li et al., 2020). Так, звичайна оранка з обертом пласта, що проводять тривалий період, призводить до зменшення здатності утримання вологи ґрунтом, в той час як no-till, навпаки, сприяє її утриманню (Liu et al., 2021; Yin et al., 2021). Обробіток ґрунту безпосередньо впливає на розподіл вологи в профілі ґрунту, біологічну активність, фізичні параметри, забур’яненість посівів (Bala & Zakharchenko, 2020). Водночас, не лише обробіток ґрунту впливає на вологу, що доступна рослинам, а й ефективні мікроорганізми. Так, Araújo et. al. (2023) довели, що за рахунок інокуляції насіння перед сівбою можливо збільшити масу кореня рослин, таким чином нівелюючи нестачу ґрунтової вологи. Це також підтверджують дослідження інших вчених (Chukwuneme et al., 2020).

Результати, що були отримані під час проведення досліджень у Сумському НАУ показали, що за три роки обробіток ґрунту і його глибина мали суттєве значення ( $p < 0,05$ ) як на час сівби, так і на час збирання врожаю (рис. 4.1). При цьому, в середньому по горизонтах в 0-100 см за три роки вологість перед сівбою культури на обробітку оранка на глибину 25-28 см була на рівні  $16,8 \pm 0,3$  % ( $\bar{x} \pm SD$ ), для плоскорізного обробітку на глибину 25-28 см вологість була на рівні  $15 \pm 0,2$  %, на дискуванні на глибину 15-18 см вологість складала  $16,8 \pm 0,4$  %, а за виконання дискування на глибину 5-8 см –  $16,9 \pm 0,3$  %.



**Рис. 4.1.** Вологість ґрунту на глибині від 0 до 100 см за різних обробітків ґрунту, де а – вологість ґрунту на час сівби; б – вологість на час збирання культури (О 25-28 – оранка на глибину 25-28 см; НО 25-28 – плоскорізний обробіток на глибину 25-28 см; НО 15-18 – дискування на глибину 15-18 см; НО 5-8 дискування на глибину 5-8 см)

Варто зазначити, що багатофакторний дисперсійний аналіз вказує, що порівняно з контролем вологість у шарі 0-100 см за плоскорізного обробітку ґрунту на глибину 25-28 см була суттєво меншою. Водночас, вологість у шарі 0-30 см для всіх обробітків ґрунту не мала суттєвої різниці одна від одної. Однак, вологість ґрунту після збирання була суттєво меншою, так, за оранки на глибину 25-28 см вологість горизонту 0-100 см складала  $8,9 \pm 0,2$  %, для плоскорізного обробітку на глибину 25-28 см показник був на рівні  $8,8 \pm 0,2$  %, вологість горизонту за дискування на глибину 15-18 см була  $10,2 \pm 0,4$  %, а за дискування на глибину 5-8 см –  $9,0 \pm 0,2$  % (табл. 4.1). Важливо додати, що загальна вологість горизонту 0-100 см за дискування на глибину 15-18 см була значно вищою за контроль. А вологість на глибині 20-30 см у шарі 0-30 см була значно нижчою ніж у межах 0-10 та 10-20 см. Варто також зазначити, що результатами аналізу ANOVA, обробіток та глибина, на якій аналізувалась вологість ґрунту, мали суттєве значення ( $p < 0,05$ ).

**Таблиця 4.1**

Вологість ґрунту у 2020-2022 рр. за видами обробітків

Обробіток	Глибина, см	Вологість на час сівби, %	Вологість на час збирання, %
1	2	3	4
Оранка на глибину 25-28 см	0-10	14,9	7,3
	10-20	14,3	8,5
	20-30	16,0	7,3
	30-40	16,3	9,0
	40-50	16,0	9,3
	50-60	17,6	9,8
	60-70	18,6	9,0
	70-80	18,0	10,5
	80-90	17,9	9,3
	90-100	19,2	9,0



Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4
Плоскорізний обробіток на глибину 25-28 см	0-10	12,7	8,4
	10-20	13,9	8,5
	20-30	14,8	7,5
	30-40	16,3	10,7
	40-50	16,3	9,5
	50-60	15,1	9,2
	60-70	16,5	7,5
	70-80	17,5	9,3
	80-90	16,2	9,3
	90-100	16,8	8,2
Дискування на глибину 15-18 см	0-10	16,1	12,2
	10-20	15,6	7,6
	20-30	14,6	7,9
	30-40	17,7	11,0
	40-50	20,0	10,7
	50-60	16,5	12,3
	60-70	16,9	9,2
	70-80	17,2	10,0
	80-90	16,9	10,0
	90-100	16,7	11,5
Дискування на глибину 5-8 см	0-10	15,8	8,0
	10-20	15,1	7,8
	20-30	16,7	7,4
	30-40	18,2	9,1
	40-50	17,4	9,3
	50-60	18,2	9,4
	60-70	17,5	8,7
	70-80	16,1	9,8
	80-90	17,6	10,7
	90-100	17,0	10,0
Критерій Дункана		3,0	2,69

При проведенні рангового кореляційного аналізу Спірмена для даних, які розподілені не параметрично, було встановлено, що для всіх обробітків ґрунту на вміст вологи впливала глибина обробітку та рік, в якому проводився обробіток ґрунту, за рахунок опадів та температурного режиму. Проте не впливав сам сільськогосподарський агрегат, що використовувався для обробітку ґрунту.

Багатьма вченими доведено, що мілкий чи нульовий обробіток допомагає краще зберегти вологу у ґрунті. Так, Танчик & Миколенко (2017) встановили, що найвищий урожай кукурудзи був отриманий за виконання по-till чи мілкового обробітків, цьому посприяв вміст вологи, що був значно вищим порівняно із контролем (оранка). Водночас, при порівнянні чизельного обробітку, дискування та нульового обробітку ґрунту було встановлено, що по-till гірше утримує вологу, порівняно із іншими варіантами, що аналізувались, однак нульовий обробіток покращує структуру ґрунту (Reichert et al., 2020). Тоді як дослідження Бегей & Карасевич (2021), навпаки, довели, що глибока оранка набагато краще впливає на вологоємність ґрунту порівняно із іншими обробітками ґрунту. Проте, Orzech et al. (2021) встановили, що будь-який інший обробіток ґрунту краще впливає на вміст вологи в ґрунті порівняно із звичайним.

#### **4.2. Целюлозоруйнівна активність ґрунту**

У ХХІ столітті європейські вчені сконцентрували свою увагу на зменшенні викидів парникових газів в атмосферу. До парникових газів відносять  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_4$ , пари  $\text{H}_2\text{O}$  та інші (Kumar et al., 2022). Саме такі продукти життєдіяльності виділяють в атмосферу целюлозоруйнівні бактерії внаслідок розкладання рослинних решток, після чого рослини поглинають цей вуглекислий газ для забезпечення проходження процесу фотосинтезу.

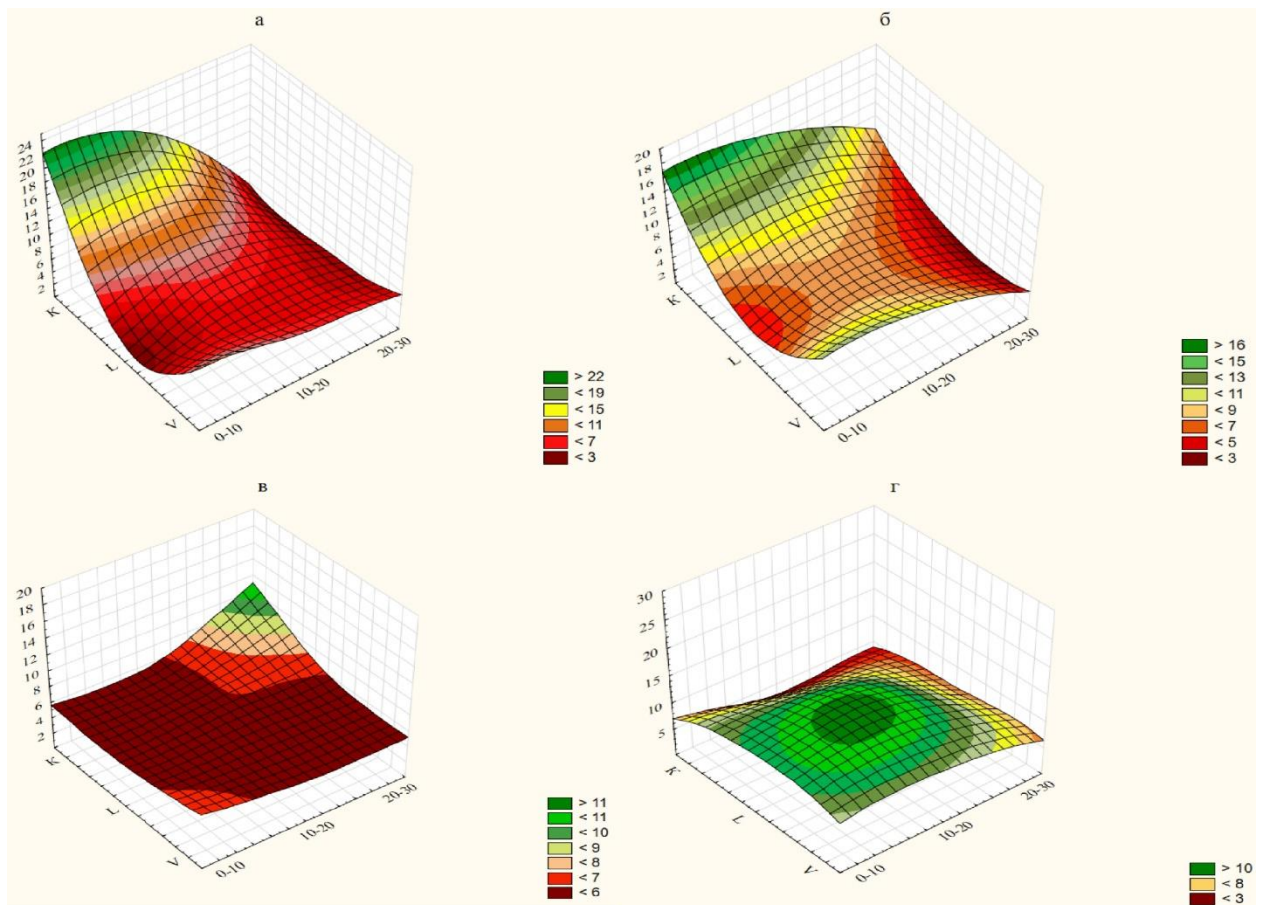
Важливість целюлозоруйнівних бактерій в орному шарі ґрунту важко переоцінити. Клітини рослин складаються із целюлози і лише завдяки цим мікроорганізмам-редуцентам, що можуть мешкати як в аеробних, так і в

анаеробних умовах, відбувається розкладання рослинних решток. Чому важливо те, що серед представників цієї групи є мікроорганізми, що здатні виконувати свої функції у різних середовищах? Та тому, що при використанні полицевих обробітків ґрунту рослинні рештки накопичувались би на глибині 20-30 см, тобто на глибину оранки. Оскільки, у шарі ґрунту на глибині від 15 см кисню немає (Котенко et al., 2017), розкладання рослинних клітин виконують саме анаеробні організми, тому при плануванні основного обробітку ґрунту варто враховувати цей факт.

Дослідженнями впливу основного обробітку ґрунту на ґрунтові мікроорганізми, зокрема, і целюлозоруйнівні, займались доволі багато вчених (Yang et al., 2021; Malgioglio et al., 2022; Коваленко 2022; Mishchenko et al., 2022). Позитивний вплив інокуляції на ґрунт і самі рослини кукурудзи згадується у роботах Chamizo et al. (2020), Ju et al. (2019), Бутенко et al. (2022). Водночас, досліджень сумісного впливу інокуляції та обробітку ґрунту не так багато (Zakharchenko et al., 2021, 2023). Достатньо досліджень, що вивчають саме вплив добрив на мікробіоту ґрунту при вирощуванні різних культур (Zhatova & Trotsenko, 2018; Ковальчук & Колесник, 2016). Багато дослідників вивчали особливості мікроорганізмів ризосфери різних культур при взаємодії з біотичними та абіотичними чинниками (Жатова et al., 2019; Парфенюк et al., 2022; Найдьонова, 2019). Рельєф і рослинність є значущими факторами, що впливають на біологічну активність ґрунту (Dindaroglu et al., 2020; Mishchenko et al., 2019).

Вплив мікроорганізмів на розкладення лляних тканин за три роки відображено на рис. 4.2. Так, за дискування на глибину 15-18 найбільша активність целюлозоруйнівних бактерій на варіанті без обробки удобрювальними продуктами відмічається на глибині 20-30 см, тоді як за інокуляції VITAMIN O7 найвищий показник спостерігався на глибині 0-10 см, а за використання LEANUM на глибині 10-20 та 20-30 см. На плоскорізному обробітку на глибину 25-28 за інокуляції LEANUM найвища активність мікроорганізмів була відмічена на глибині 10-20 см, а за VITAMIN O7 знову

ж таки на глибині 0-10 см, як і для обробітку дискування на глибину 15-18 см. На цьому ж варіанті обробітку ґрунту, як на варіанті без обробки біодобривами, так і за інокуляції LEANUM, найбільша активність ґрунтової біоти була на глибині 10-20 см. За оранки на глибину 25-28 см найвищі показники контрольного варіанту були зафіксовані на глибині 0-10 см, водночас, на варіанті VITAMIN O7 найбільша активність була також на глибині 0-10 см, тоді як на варіанті LEANUM - на глибині 10-20 см.



**Рис. 4.2.** Активність целюлозоруйнівних бактерій залежно від глибини закладання аплікації та передпосівної інокуляції насіння за варіантами обробітку ґрунту, де а – дискування на глибину 15-18 см; б – плоскорізний обробіток на глибину 25-28 см; в – оранка на глибину 25-28 см; г – дискування на глибину 5-8 см; по осі x – глибина закладання лляної тканини; по осі y – варіанти інокуляції; по осі z – відсоток втрат лляної тканини

На варіанті обробітку ґрунту дискування на глибину 5-8 см і інокуляції LEANUM найвища активність ґрунтової мікробіоти зафіксована на глибині 0-10 см, а для VITAMIN O7 – на глибині 10-20 см, тоді як на контролі найвищі показники були відмічені знову ж таки на глибині 0-10 см. Однак, дані, що були отримані протягом трирічних досліджень вказують на те, що суттєвої активності целюлозоруйнівних бактерій завдяки інокуляції насіння не відбувалося (табл. 4.2). Так, найвищі показники на варіантах обробітку ґрунту оранка на глибину 25-28 см та плоскорізний обробіток на глибину 25-28 см були зафіксовані на контрольному варіанті, тобто без використання удобрювальних продуктів. Проте, на варіанті дискування на глибину 5-8 см найбільша активність фіксувалась за інокуляції VITAMIN O7. Водночас, при виконанні дискування на глибину 15-18 см не було суттєвого перевищення середніх показників активності ґрунтової біоти, окрім, як на контрольному варіанті на глибині 20-30 см. Варто зазначити, що відповідно до багатофакторного дисперсійного аналізу суттєвий вплив на активність целюлозоруйнівних бактерій виявили обробіток ґрунту і глибина закладання лляної тканини протягом експерименту, інокуляція впливу не мала.

Важливо додати, що обробіток дискування на глибину 15-18 см мав суттєво нижчу ( $p < 0,05$ ) активність целюлозоруйнівних бактерій на глибині 0-10 та 10-20 см, однак, на глибині 20-30 см найнижчі показники були відмічені за оранки на глибину 25-28 см, проте не мали достовірної значущості ( $p > 0,05$ ).

**Таблиця 4.2**

Втрати лляної тканини залежно від обробітку ґрунту (в середньому за 2020-2022 рр.)

Варіант обробітку ґрунту	Варіант інокуляції	0-10	10-20	20-30
1	2	3	4	5
Оранка на глибину 25-28 см	Контроль	17,7	15,83	6,10
	LEANUM	3,24	3,68	5,14
	VITAMIN O7	7,24	6,48	4,59

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5
Плоскорізний обробіток на глибину 25-28 см	Контроль	12,01	13,21	7,80
	LEANUM	5,31	8,17	7,14
	VITAMIN O7	6,72	9,78	6,92
Дискування на глибину 15-18 см	Контроль	4,18	4,06	9,77
	LEANUM	4,56	5,38	5,63
	VITAMIN O7	6,18	5,50	5,37
Дискування на глибину 5-8 см	Контроль	6,06	5,08	5,08
	LEANUM	11,09	8,65	7,24
	VITAMIN O7	10,68	13,12	11,97
Критерій Дункана		3,61	2,97	2,03

Варто згадати і про вологість ґрунту, яка визначалась на момент закладання лляного полотна і була відібрана у шарах 0-10... 20-30 см (табл. 4.3.). Продуктивної вологи на цей час не було, так як польова вологість була менше вологості в'янення.

**Таблиця 4.3**

Вологість ґрунту при закладанні дослідів у 2020-2022 рр.

Обробіток	Глибина, см	Вологість ґрунту, %
Оранка на глибину 25-28 см	0-10	7,0
	10-20	10,4
	20-30	11,1
Плоскорізний обробіток на глибину 25-28 см	0-10	7,9
	10-20	10,4
	20-30	11,8
Дискування на глибину 15-18 см	0-10	6,8
	10-20	10,9
	20-30	11,7
Дискування на глибину 5-8 см	0-10	4,8
	10-20	10,3
	20-30	11,2
Критерій Дункана		2,1

Для отриманих результатів вологості ґрунту і відсотку втрат лляної тканини, що символізують активність целюлозоруйнівних бактерій, було проведено кореляційний аналіз для ґрунтової вологи при закладанні дослідів та на час збору врожаю на глибині 0-10 ... 20-30 см з відсотком розкладання

ляного полотна. Отримані дані свідчать про те, що кореляція між ґрунтовою вологою та активністю целюлозоруйнівних бактерій існує.

Встановлено, що інокуляція не мала позитивного ефекту на целюлозоруйнівну активність ґрунту. Однак, значний вплив на неї виявляє обробіток ґрунту. Можливо, такі результати з інокуляції були отримані через несприятливі кліматичні умови для мікроорганізмів, що знаходяться у досліджуваних біопрепаратах. Так, наприклад, середньомісячна температура квітня за три роки досліджень не перевищувала 10°C, а у 2020 році на час сівби культури було надзвичайно мало опадів.

Водночас, осінній основний обробіток ґрунту мав значний ефект на активність ґрунтової біоти. Так, на глибині 0-10 та 10-20 см дані з розкладання тканини на всіх варіантах обробітку, крім дискування на глибину 15-18 см, були на відносно однаковому рівні, в той час як вищезгаданий обробіток мав суттєво нижчі показники. Однак, на глибині 20-30 найнижчі показники були помічені на обробітках оранка на глибину 25-28 см та плоскоріз на глибину 25-28 см, тоді як більш мілкі обробітки мали не суттєві, проте вищі значення.

Однак, дослідження інших авторів мали дещо інші результати. Так, дослідженнями Гангур & Сахацька (2019), що проводили дослідження на чорноземі типовому малогумусному важкосуглинковому було встановлено, що полицевий обробіток ґрунту (оранка на глибину 20-22 см) у шарі 20-30 см мав найбільші показники активності ґрунтової біоти, водночас, на глибині 10-20 см показники цього ж обробітку порівняно із іншими варіантами (плоскорізний на глибину 14-16 см та мілкий обробіток за допомогою АКШ-5,6 на глибину 12-4 см) були найнижчими. Водночас, інтенсивність розкладання тканини за оранки були вищою порівняно з іншими варіантами. Однак, дослідями, що проводили на чорноземі південному малогумусному середньосуглинковому при порівнянні технології No-till із оранкою на глибину 20-22 см, було встановлено, що за використання саме нульового обробітку активність біоти у товщі ґрунту 0-30 см була вища порівняно із контролем (Манушкіна, et al., 2020). А досліді впливу біодобрив на активність

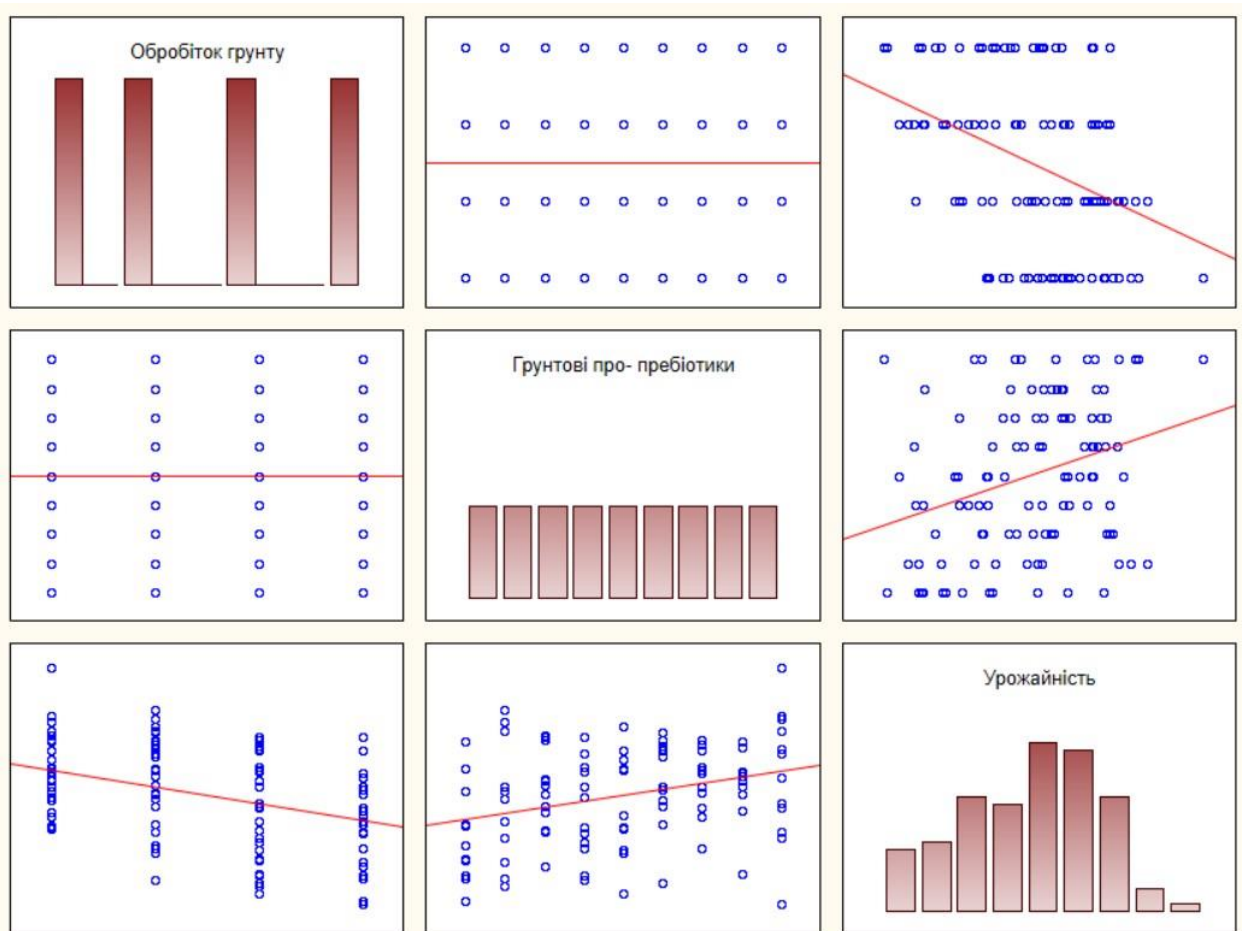
целюлозоруйнівних батарей в умовах дерново-слабопідзолистого ґрунту (Ковальчук & Колесник, 2016) без врахування впливу обробітку ґрунту показали, що серед всіх варіантів найбільш дієвим засобом виявилась не інокуляція насіння, а саме інокуляція ґрунту біопрепаратом АГАТ-25. Інші дослідники при вивченні впливу добрив (мінеральних та органічних) на мікробіологічну активність ясно-сірого опідзоленого глеюватого ґрунту і застосуванням безполицевого основного обробку ґрунту виявили, що найвищий відсоток розкладання лляної тканини був саме на ділянках із органічним удобренням (гній 50 т/га), водночас, контроль показав найнижчі результати (Матвійчук & Матвійчук, 2018). У досліді, що проводили на чорноземі типовому важкосуглинковому на лесовидному суглинку, целюлозоруйнівна активність ґрунту знижувалась разом із глибиною, також було знайдено пряму кореляцію між активністю біоти та вологістю ґрунту (Казюта, 2015). Однак, важливим є не лише обробіток ґрунту і добрива, що застосовуються, а й наявність рослинних решток у орному шарі (Гепенко, 2013). Так, наприклад, у дослідженні Токмакова та ін. (2020) навмисне вносили у ґрунт залишки рослинних решток кукурудзи у нормі 8 т/га, що оброблена суспензіями із вмістом бактерій *Bacillus*, *Microbacterium* та *Pseudomonas* й було встановлено, що такий прийом дозволив збільшити целюлозоруйнівну активність ґрунту.

#### **4.3. Кореляційний аналіз факторів обробітку та біодобрив при вирощуванні кукурудзи**

Питання кореляції урожайності та якості врожаю за використання певного обробітку ґрунту та досліджуваних удобрювальних продуктів є головним у цій роботі і вже піднімалось у деяких підрозділах. Так, під час проведення кореляційного аналізу використовувалась рангова кореляція Спірмена для непараметричних вибірок. Рангова кореляція Спірмена визначає ступінь зв'язку між змінними, незалежно від їхньої лінійності. Значення рангової кореляції Спірмена можуть знаходитися в діапазоні від -1 до 1, де -1



вказує на повну обернену залежність, 0 вказує на відсутність зв'язку, а 1 вказує на повну пряму залежність. Аналіз показав (рис. 4.3), що за вирощування Гармоніуму кореляція між обробітком ґрунту і біодобривами дорівнює 0. З цього випливає, що ці змінні не мають жодної лінійної залежності одна від одної. Кореляція між обробітком ґрунту і урожайністю дорівнює  $-0,349$ . Це вказує на протилежну залежність між цими змінними, хоча кореляція не є дуже сильною, проте має високий рівень достовірності ( $p < 0,05$ ).



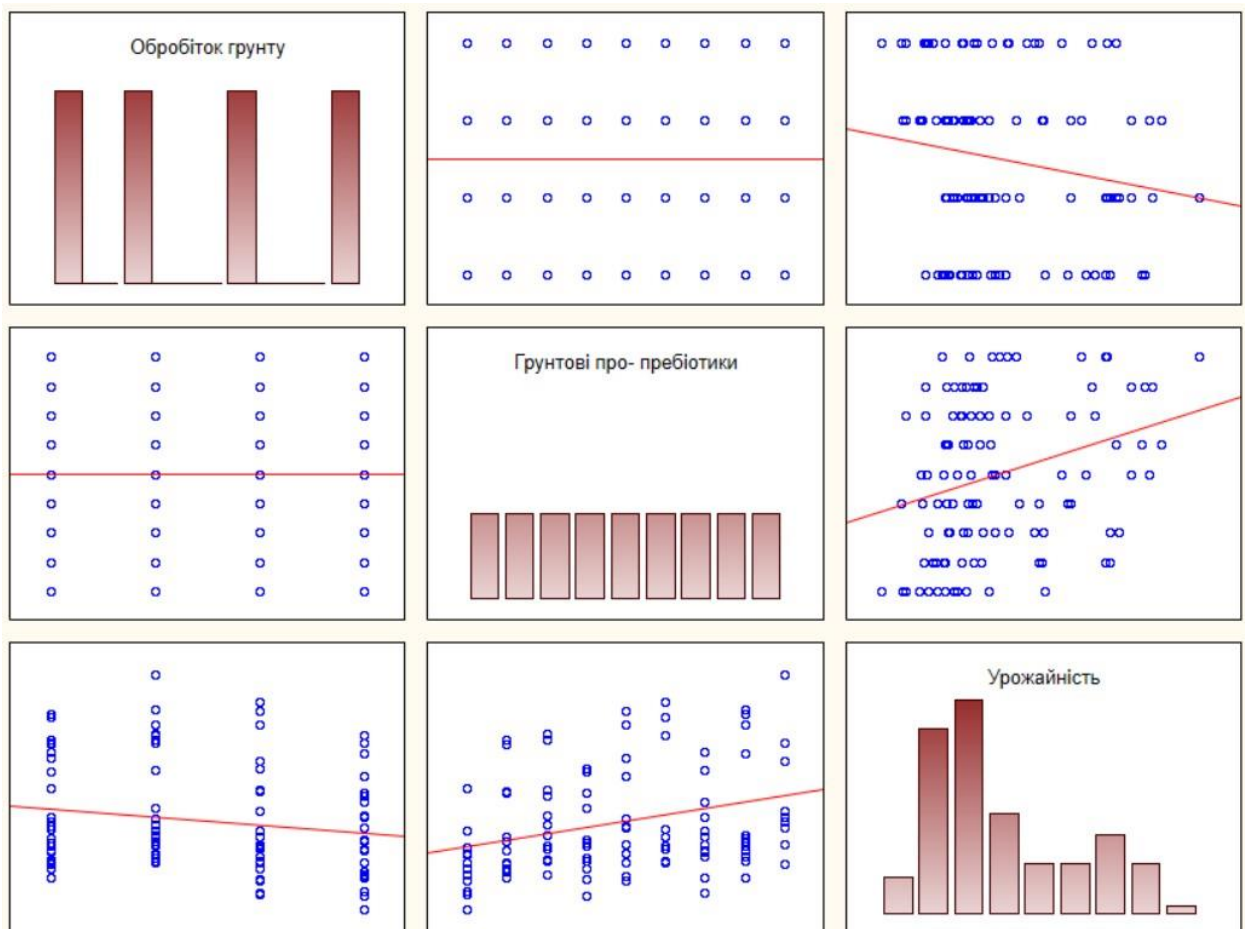
**Рис. 4.3.** Рангова кореляційна залежність Спірмена за вирощування Гармоніуму

Під час проведення аналізу за групами обробітку ґрунту та отриманих даних врожайності не було виявлено за якого саме обробітку ґрунту врожайність зменшувалась, оскільки всі статистичні показники не мали статистичної достовірності. Кореляція між удобрювальними продуктами і урожайністю дорівнює  $0,294$ . Це вказує на пряму залежність, але кореляція

також не є дуже сильною, при цьому є статистично значущою ( $p < 0,05$ ). Оскільки змінна урожайність є головним об'єктом дослідження, можна сказати, що обробіток ґрунту має слабку обернену залежність з урожайністю, тоді як удобрювальні продукти мають слабку пряму залежність з урожайністю.

За вирощування Хемінгуею рангова кореляція Спірмена показала дещо іншу картину (рис. 4.4). Так, значення кореляції між обробітком ґрунту і удобрювальними продуктами дорівнює 0. Тобто, ці дві змінні не мають лінійної залежності між собою.

Значення кореляції між обробітком ґрунту і урожайністю дорівнює  $-0,158$ . Це вказує на слабку негативну лінійну залежність між цими змінними. При цьому варто додати, що ці фактори не мають достовірної значущості ( $p > 0,05$ ).



**Рис. 4.3.** Рангова кореляційна залежність Спірмена за вирощування Хемінгуею

Значення кореляції між удобрювальними продуктами і урожайністю дорівнює 0,315. Це означає, що є слабка позитивна лінійна залежність між цими змінними яка є статистично значимою ( $p < 0,05$ ).

Водночас, якщо брати до уваги вплив досліджуваних факторів на показники якості врожаю за вирощування Гармоніуму можна виділити, що ні обробіток ґрунту, ні біодобриво не мали значного кореляційного зв'язку з вмістом білку у зерні кукурудзи (табл. 4.4). Проте, вплив обробітку ґрунту та вмісту олії у зерні мав статистичну значущість ( $p < 0,05$ ) та вказує на слабку негативну кореляцію (-0,217). При цьому, вплив удобрювальних продуктів нівелював цей вплив, оскільки вони виявили статистично значущу помірну позитивну кореляцію (0,344). Схожі результати були отримані й для вмісту крохмалю. Так, обробіток ґрунту виявив слабку негативну кореляцію із показником -0,206 ( $p < 0,05$ ), проте, ґрунтові пробіотики, навпаки, позитивну (0,111), що було статистично достовірними показниками. Такі ж зв'язки були помічені і при аналізі кореляційного впливу золи та клітковини. Зокрема, кореляція між удобрювальними продуктами і вмістом золи у зерні кукурудзи дорівнює 0,161. Це показує слабку позитивну кореляцію між цими змінними, що є достовірно значущою. Кореляція між обробітком ґрунту та вмістом золи становить -0,288. Це показує статистично достовірну помірну негативну кореляцію між цими змінними. Обробіток ґрунту мав помірну негативну кореляцію із клітковиною, в той час як удобрювальні продукти слабку позитивну. Водночас, обробіток ґрунту за вирощування Гармоніуму мав слабку негативну кореляцію з урожайністю (-0,349), а біодобрива - слабку позитивну (0,298).

І хоч, за обробітками ґрунту, кореляція була переважно негативною, тобто призводила до зменшення показника, необхідно розглянути цю ситуацію більш детально.

Таблиця 4.4

Кореляція між показниками якості та урожайністю Гармоніуму

Показники	Обробіток	Біодобриво	Білок	Олія	Крохмаль	Зола	Клітковина	Урожайність
Обробіток	1,000							
Біодобриво	-0,006	1,0						
Білок	0,005	-0,097	1,0					
Олія	-0,217*	0,344	0,337*	1,0				
Крохмаль	-0,206*	0,111*	-0,082	0,362*	1,0			
Зола	-0,288*	0,161*	0,571*	0,521*	0,142*	1,0		
Клітковина	-0,412*	0,135*	-0,142*	0,261*	0,641*	0,414*	1,0	
Урожайність	-0,349*	0,298*	0,015	0,197*	0,160*	0,154*	0,156*	1,0

Примітка: \* - вказує на істотну значущість, де  $p < 0,05$ 

Так, за виконання оранки на глибину 25-28 см удобрювальні продукти мають слабку негативну кореляцію з вмістом білку, олії та клітковини. Взаємозв'язки з іншими змінними є незначними або відсутніми. Вміст білку, олії, крохмалю і золи мають різні рівні взаємозв'язків між собою. Наприклад, білок має помірну позитивну кореляцію з золою, але слабку негативну кореляцію з олією. Крохмаль має сильну позитивну кореляцію з золою, але слабку негативну кореляцію з використанням удобрювальних продуктів. Вміст клітковини має сильну позитивну кореляцію з крохмалем та слабу негативну кореляцію з використанням біодобрив. За виконання плоскорізного обробітку ґрунту на глибину 25-28 см удобрювальні продукти показали, що мають дуже слабку позитивну кореляцію з вмістом білку, олії, і золи. Взаємозв'язки з іншими змінними є незначними або відсутніми. Білок, олія, крохмаль і зола мають різні рівні взаємозв'язків між собою. Наприклад, білок і олія, мають слабку позитивну кореляцію з біодобривами і золою. Крохмаль

має слабку позитивну кореляцію із золюю та помірну позитивну кореляцію з клітковиною. Водночас, зола має слабку позитивну кореляцію з удобрювальними продуктами і клітковиною. У свою чергу клітковина має слабку позитивну кореляцію з вмістом крохмалю і золи. За виконання дискування на глибину 15-18 см біодобрива мають слабку негативну кореляцію з вмістом білку у зерні кукурудзи. Також, білок має слабку позитивну кореляцію з олією і клітковиною. Олія має помірну позитивну кореляцію з крохмалем. Зола має слабку позитивну кореляцію з клітковиною. За виконання дискування на глибину 5-8 см вміст білку має позитивну кореляцію із вмістом золи в зерні. Водночас, вміст олії має слабку позитивну кореляцію із вмістом клітковини та помірну із використанням удобрювальних продуктів. Сильну позитивну кореляцію можна відмітити для крохмалю і клітковини.

Варто описати й варіанти з використанням удобрювальних продуктів. Так, на контрольному варіанті обробіток ґрунту мав помірну негативну кореляцію з олією та золюю. Така ж тенденція була помічена і на варіанті 1 LEANUM, проте з олією крохмалем і клітковиною. На варіанті 2 LEANUM слабка негативна кореляція обробітку ґрунту була відмічена з олією, крохмалем та золюю. Водночас, кореляція обробітку ґрунту за інокуляції VITAMIN O7 перед сівбою була помірно позитивною з білком та золюю і сильною негативною з клітковиною. Однак, на варіантах VITAMIN O7 + 1 LEANUM та VITAMIN O7 + 2 LEANUM кореляція обробітку ґрунту із показниками врожайності була в більшості випадків сильно негативною. За інокуляції LEANUM кореляція обробітку ґрунту з крохмалем була помірно позитивною, в той час як для золи сильно негативною, а для клітковини середньо негативною. На варіантах LEANUM + 1 LEANUM та LEANUM + 2 LEANUM жодних кореляцій з обробітком ґрунту відмічено не було.

За вирощування Хемінгуею обробіток ґрунту знову ж таки мав слабку негативну кореляцію для вмісту олії, крохмалю та клітковини в зерні кукурудзи, що були статистично значущими (табл. 4.5). При цьому вміст білку

та золи також мали слабку негативну кореляцію з обробітком ґрунту, проте показник не був статистично достовірним ( $p > 0,05$ ). Водночас, удобрювальні продукти мали слабку позитивну кореляцію для крохмалю, золи і клітковини, ці показники мали високий рівень достовірності ( $p < 0,05$ ).

Таблиця 4.5

Кореляція між показниками якості та урожайністю Хемінгуею

Показники	Обробіток	Біодобриво	Білок	Олія	Крохмаль	Зола	Клітковина	Урожайність
Обробіток	1,000							
Біодобриво	0,000	1,0						
Білок	-0,041	0,010	1,0					
Олія	-0,192*	-0,000	0,628	1,0				
Крохмаль	-0,271*	0,114*	-0,203*	0,190*	1,0			
Зола	-0,241	0,219*	0,712*	0,575*	-0,031	1,0		
Клітковина	-0,378*	0,205*	-0,323*	0,048	0,709*	0,191*	1,0	
Урожайність	-0,148*	0,323*	0,065	0,049	0,008	0,123*	0,058	1,0

Примітка: \* - вказує на істотну значущість, де  $p < 0,05$

Якщо розглядати більш детально, то за виконання оранки на глибину 25-28 см біодобрива мали слабку позитивну кореляцію, яка є статистично значимою, з усіма показниками якості, що аналізуються, за винятком білку. В свою чергу білок мав помірну позитивну кореляцію із вмістом олії та золи, проте негативну з крохмалем та клітковиною. Олія ж мала середню позитивну кореляцію із білком та золою. Крохмаль сильну позитивну кореляцію із клітковиною, проте слабку негативну із білком та золою. За виконання плоскорізного обробітку ґрунту на глибину 25-28 см удобрювальні продукти мали слабку позитивну кореляцію із крохмалем та клітковиною, проте слабку негативну із білком. У свою чергу, білок в зерні кукурудзи мав позитивну кореляцію із олією та золою, проте негативну із крохмалем та клітковиною.

Олія мала позитивну кореляцію із золюю та слабку негативну кореляцію із клітковиною. Крохмаль мав негативну кореляцію із білком та золюю та сильну позитивну з клітковиною. Для дискування на глибину 15-18 см біодобрива мали слабку позитивну кореляцію із золюю та клітковиною. При цьому порівнюючи кореляцію всіх компонентів якості, що аналізуються, можна сказати, що всі вони мали позитивну кореляцію різного ступеню між собою, окрім кореляції із клітковиною, що мала середню негативну кореляцію із білком та олією. Стосовно дискування на глибину 5-8 см кореляція удобрювальних продуктів мала позитивний характер лише із золюю та клітковиною. Водночас, білок мав позитивну кореляцію із олією та золюю і негативну з крохмалем та клітковиною. Олія мала помірну позитивну кореляцію із білком та сильну із золюю. В той час як крохмаль мав помірну негативну кореляцію із білком та золюю і сильну позитивну із клітковиною. Зола мала сильну позитивну кореляцію із білком та помірну позитивну із олією, проте помірну негативну із крохмалем та слабку негативну із клітковиною. Варто додати, що всі зазначені приклади мали статистичну достовірність ( $p < 0,05$ ).

Також, варто описати вплив використання удобрювальних продуктів на якість зерна кукурудзи. Так, на контрольному варіанті обробіток ґрунту має помірну негативну кореляцію з білком та золюю. Водночас, всі показники якості, що аналізуються, мають сильну позитивну кореляцію один з одним. Наприклад вміст білку позитивно корелює із вмістом олії та золи. На варіанті 1 LEANUM білок має ще більшу позитивну кореляцію, порівняно з контролем, до вмісту олії та золи в зерні. Проте, обробіток ґрунту може негативно вплинути на вміст золи та клітковини. Схожа ситуація з впливом обробітку ґрунту і на варіанті 2 LEANUM, однак, збільшення вмісту білку позитивно корелює із вмістом олії (0,906), крохмалю та золи. За інокуляції VITAMIN O7 всі показники врожайності також позитивно корелюють між собою. Водночас, на варіанті VITAMIN O7 + 1 LEANUM кореляція вмісту білка є сильною та позитивною із олією і золюю, проте сильною негативною з крохмалем та

клітковиною. Така ж ситуація і з варіантом VITAMIN O7 + 2 LEANUM. За використання інокуляції LEANUM білок має сильну позитивну кореляцію із золюю і сильну негативну з клітковиною, а вміст олії сильну позитивну з крохмалем та помірну позитивну з клітковиною. Крохмаль, у свою чергу, має сильну позитивну кореляцію з олією та клітковиною. На варіанті LEANUM + 1 LEANUM білок має сильну позитивну кореляцію з олією та золюю і слабку негативну з крохмалем. А олія сильну позитивну із білком та золюю. Варіант LEANUM + 2 LEANUM має лише позитивні кореляції між показниками якості врожаю.

Якщо ж аналізувати детально кореляцію між врожайністю та показниками якості зерна за вирощування Гармоніум, можна відмітити, що за виконання плоскорізного обробітку на глибину 25-28 см урожайність мала помірну позитивну кореляцію з крохмалем ( $p < 0,05$ ). А за дискування на глибину 15-18 см – слабку позитивну кореляцію із вмістом олії в зерні. На інших варіантах обробітку ґрунту будь-яких співвідношень між врожайністю та будь-яким показником якості не прослідковувалось. Водночас, за використання досліджуваних біодобрив було відмічено, що вміст олії мав позитивну кореляцію із врожайністю на варіанті без обробки удобрювальними продуктами (контроль). При виконанні однієї обробки LEANUM по листу була відмічена сильна позитивна кореляція вмісту олії та крохмалю з урожайністю. Проте на інших варіантах використання удобрювальних продуктів кореляцій, що статистично достовірними, відмічено не було.

При цьому за вирощування Хемінгуею урожайність не мала жодної статистично достовірної кореляції, крім кореляції з удобрювальними продуктами з показником 0,294, що є слабким, проте позитивним показником. Більш детально розглядаючи кореляцію урожайності з обробітками ґрунту, можна дійти висновку, що лише виконання дискування на глибину 5-8 см використання удобрювальних продуктів може призвести до середньо-позитивного зростання врожаю, оскільки показник кореляції 0,430 є статистично достовірним. Водночас, якщо аналізувати вплив удобрювальних



продуктів видно, що обробіток ґрунту може призводити до суттєвого зменшення врожайності на контролі, показник кореляції  $-0,647$ , тобто сильний негативний зв'язок. Варто відмітити, що врожайність на контролі має сильну позитивну кореляцію із вмістом білка у зерні. Також, сильну позитивну кореляцію із крохмалем ( $0,601$ ) відмічено за інокуляції насіння LEANUM перед сівбою. На інших варіантах не було жодних достовірних показників кореляції із врожайністю.

Загалом в дослідженнях, що були проведені на території Сумського НАУ встановлено, що різні способи обробітку ґрунту мали різний вплив на якість врожаю. У праці Simić et al. (2020) було доведено, що обробіток ґрунту значною мірою впливає на урожайність та якість зерна кукурудзи на чорноземних ґрунтах, зокрема, найкращий результат був отриманий за виконання традиційного обробітку. Схожі результати були отримані і в Німеччині на піщаних ґрунтах, за використання нульового обробітку ґрунту урожайність кукурудзи на силос зменшилась вдвічі (Huynh et al., 2019).

#### **4.4. Спосіб припосівної інокуляції насіння**

Процес інокуляції насіння будь-якої культури доволі енергозатратний та потребує великих затрат людської праці. Проте, економічна ефективність після виконання цієї операції доволі висока. Зокрема, у праці Гавриш (2016) було доведено, що при виконанні інокуляції за вирощування еспарцету, чистий прибуток та рентабельність суттєво збільшились. Схожі висновки були отримані і в дослідженнях Каленської (2014) за вирощування нуту. Ефективність інокуляції було доведено не лише для бобових культур, а й злакових. Так, наприклад, у дослідженні Яценко & Козелець (2021) було встановлено приріст урожаю за виконання інокуляції при вирощуванні ячменю ярого. Приріст врожайності за виконання інокуляції насіння кукурудзи був доведений багатьма вченими (Beltran-Medina et al., 2023; García et al., 2023; Li et al., 2023). Тому було створено корисну модель, що

задовольнить потреби аграріїв у зменшенні використання енергетичних та людських ресурсів (дод. Ж).

Відомі пристрої для інокуляції посівного матеріалу є стаціонарні порційні (Новіков, 2017) чи мобільні шнекові протруювачі (Малюта, 2019). Недоліками цих машин є те, що насіння, яке вже пройшло операцію інокуляції, не можна піддавати дії прямих сонячних променів, а при транспортуванні на поле його потрібно вкривати вологою тканиною, щоб вберегти від пересихання.

Найбільш близьким за технічною сутністю до пропонованої системи є посівний комплекс, що здатен вносити рідкі мінеральні добрива в посівну борозну за технологією «In-furrow» (Dražić, 2017), що стало прототипом.

До основних недоліків конструкції можна віднести наступне:

- неефективне використання робочого розчину внаслідок конструктивного зміщення форсунки від насінини в борозні;
- додаткові енергозатрати для можливості внесення робочого розчину на 5 см нижче від насінини (створення додаткової борозни);
- відсутність можливості нанесення препарату безпосередньо на насінину.

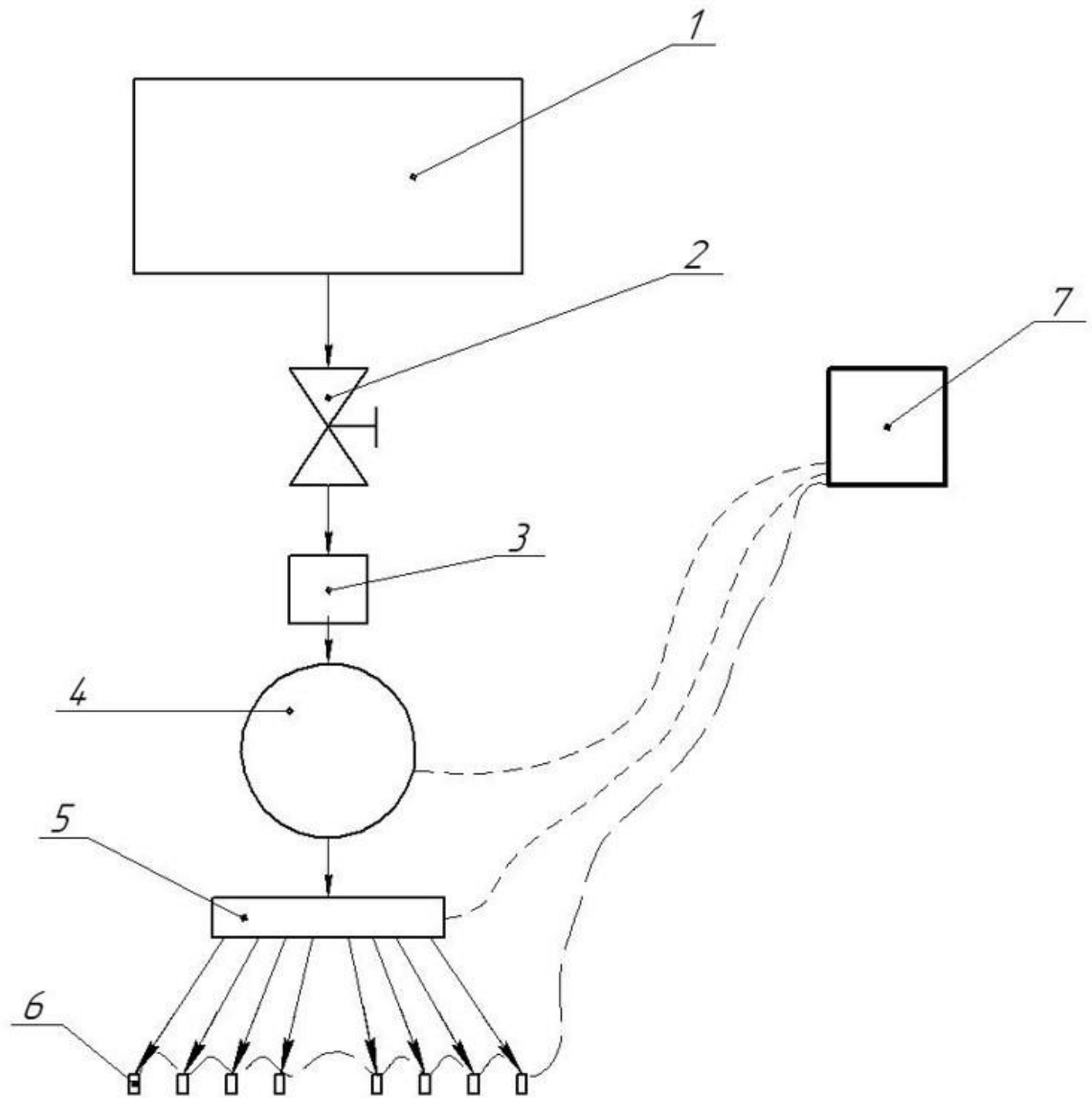
В основу корисної моделі поставлена задача шляхом зміни конструкції відомого пристрою для реалізації способу припосівної інокуляції посівного матеріалу забезпечити отримання нового технічного результату, що полягає у підвищенні ефективності виконання способу при проведенні інокуляції під час сівби.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб припосівної інокуляції посівного матеріалу реалізується за допомогою системи, що містить сукупність послідовно розміщених елементів, а саме бак, допоміжні елементи, електричні форсунки і комп'ютер, при цьому кожна форсунка керується комп'ютером окремо і не залежить від положення насінини у сусідніх сім'япроводах.

При цьому спосіб припосівної інокуляції насіння відбувається в польових умовах за допомогою посівного комплексу, а згідно з корисною моделлю, обробка посівного матеріалу інокулянтами відбувається ще до того, як він потрапить у ґрунт.

Виконання пропонованого способу інокуляції із зазначеними відмінними ознаками забезпечує дотримання агротехнічних вимог при використанні інокулянтів, оскільки бактерії, що містяться в препаратах, не контактують із прямим сонячним світлом та залишаються у вологому середовищі. Це сприяє підвищенню схожості посівного матеріалу, завдяки зменшенню травмування насіння, що відбувається за звичайної інокуляції.

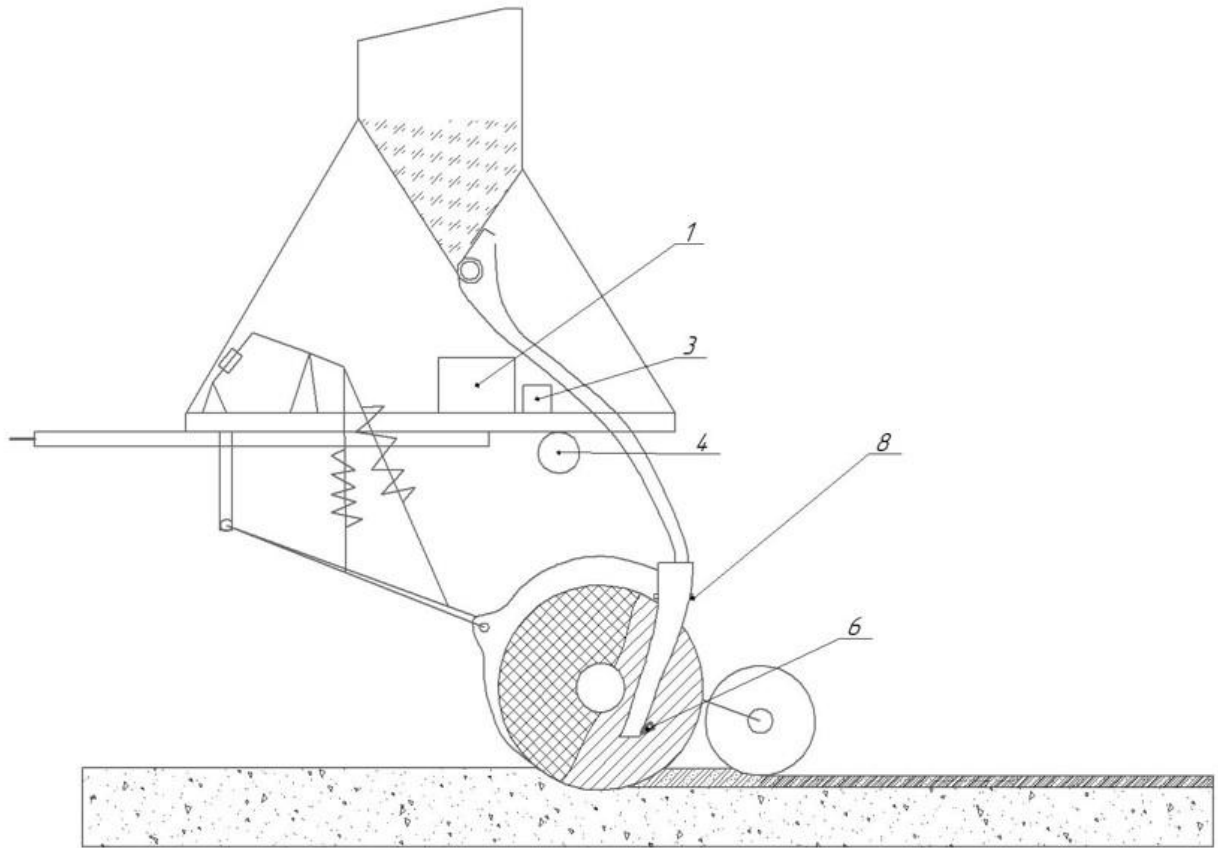
Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, на яких зображено: схему системи припосівної інокуляції (рис. 4.4) та спосіб інтеграції системи інокуляції в посівний комплекс (рис. 4.5).



**Рис. 4.4.** Схема системи припосівної інокуляції, де 1 – бак, 2- запобіжний кран, 3 – фільтр, 4 – насос, 5 – розподільник, 6 – електричні форсунки, 7 – комп'ютер

Спосіб припосівної інокуляції насіння полягає у створенні системи, що містить такі елементи: затемнений бак (1), який встановлюється на раму будь-якого посівного комплексу, після якого стоїть запобіжний кран (2) і фільтр (3), що з'єднаний з насосом (4), який, у свою чергу, перекачує робочий розчин по трубопроводу до розподільника (5), який подає робочий розчин до електричних форсунок (6). Форсунки, які керуються комп'ютером (7), інтегруються в сім'япровід таким чином, щоб кут розпилу покривав якомога

більшу площу насінини. Задля економії робочого розчину реалізується система визначення насінини (8). Тобто, коли насінина перебуває в насіннепроводі, датчик подає команду до форсунки, яка обприскує насінину поки та летить у ґрунт.



**Рис. 4.5.** Спосіб інтеграції системи інокуляції в посівний комплекс, де 1 – бак, 3 – фільтр, 4 – насос, 6 – електричні форсунки, 8 – система визначення насіння

Форсунки, які керуються комп'ютером (7), інтегруються в сім'япровід таким чином, щоб кут розпилу покривав якомога більшу площу насінини. Задля економії робочого розчину реалізується система визначення насінини (8). Тобто, коли насінина перебуває в насіннепроводі датчик подає команду до форсунки, яка обприскує насінину поки та летить у ґрунт.

Спосіб припосівної інокуляції реалізується таким чином. В затемнений бак (1) заправляється розчин інокулянту, який трубопроводом через

запобіжний кран (2) та фільтр (3) всмоктується насосом (4). Насос створює тиск, що підтримується і контролюється комп'ютером (7) залежно від заданих параметрів. Після цього робочий розчин з контрольованим тиском надходить до розподільника (5), де відбувається його поділ та підведення до форсунок (6). Система визначення (8) подає сигнал до комп'ютера про наявність насінини, після чого комп'ютер відкриває форсунку на певний час, що дає можливість обробити посівний матеріал необхідною кількістю розчину. Таким чином, обробка насінини відбувається в момент сівби, за рахунок чого можна повністю уникнути потреби в технологічній лінії (інокуляції), що дозволяє не зважати на подальше зміщення посівного матеріалу по борозні.

Водночас, пропонуваній спосіб був досліджений і на практиці. Задля перевірки ефективності інокуляції насіння кукурудзи воно було оброблене вручну за рекомендаціями та нормою, що надає виробник LEANUM, а також за допомогою макету системи припосівної інокуляції (Рис. 4.6).



**Рис. 4.6.** Насіння кукурудзи оброблене розчином LEANUM, де а – оброблене за допомогою макету системи припосівної інокуляції; б – оброблене вручну

Задля оцінки покриття насінини біодобрином ми розраховували площу насінини за допомогою міліметрового паперу, а потім оцінили ступінь

покриття посівного матеріалу інокулянтном. Було визначено, що ступінь покриття поверхні насінини біодобрином за допомогою системи припосівної інокуляції була вища на 20 % порівняно з ручним нанесенням удобрювального продукту.

Пропонований спосіб інокуляції істотно зменшує необхідність у людських та енергоресурсах для проведення технологічної операції.

#### **Висновки до розділу 4**

1. Під час проведення досліджень було встановлено, що обробка ґрунту та його глибина мають значущий вплив на вологість ґрунту. Перед сівбою вона була різною в залежності від типу обробки та його глибини: оранка на глибину 25-28 см мала вологість  $16,8 \pm 0,3$  %, плоскорізний обробіток на глибину 25-28 см -  $15 \pm 0,2$  %, дискування на глибину 15-18 см -  $16,8 \pm 0,4$  %, а дискування на глибину 5-8 см -  $16,9 \pm 0,3$  %. Вологість на момент збирання врожаю була значно нижчою: оранка на глибину 25-28 см -  $8,9 \pm 0,2$  %, плоскорізний обробіток на глибину 25-28 см -  $8,8 \pm 0,2$  %, дискування на глибину 15-18 см -  $10,2 \pm 0,4$  %, дискування на глибину 5-8 см -  $9,0 \pm 0,2$  %.

2. Дослідження показали, що інокуляція біодобривами VITAMIN O7 та LEANUM не мала позитивного ефекту на активність целюлозоруйнівних бактерій у ґрунті. Значний вплив на активність мікроорганізмів проявив обробіток ґрунту. Осінній основний обробіток мав помітний ефект на активність ґрунтової біоти на різних глибинах. Також, дані свідчать про те, що кліматичні умови можуть вплинути на ефективність інокуляції, оскільки незважаючи на використання біопрепаратів, активність целюлозоруйнівних бактерій не змінилась значно протягом досліджень.

3. Кореляційний зв'язок між обробітком ґрунту та урожайністю має слабку зворотну залежність за вирощування Гармоніуму і Хемінгуею, тоді як удобрювальні продукти показують слабку пряму залежність з урожайністю для обох гібридів.

4. За результатами кореляційного аналізу впливу досліджуваних факторів на показники якості врожаю Гармоніуму виявлено, що обробіток ґрунту та біодобрива не мають значного кореляційного зв'язку з вмістом білку у зерні кукурудзи. Однак, обробіток ґрунту показує слабку негативну кореляцію з вмістом олії та крохмалю, водночас ґрунтові пробіотики компенсують цей вплив, проявляючи помірну позитивну кореляцію. Аналогічні залежності помічені також для вмісту золи та клітковини, де обробіток ґрунту показує негативну кореляцію, а пробіотики - позитивну. За вирощування Гармоніуму обробіток ґрунту виявив помірну негативну кореляцію з клітковиною, тоді як удобрювальні продукти - слабку позитивну.

5. При аналізі кореляційних зв'язків за вирощування Хемінгуею було встановлено, що обробіток ґрунту мав слабку негативну кореляцію з вмістом олії, крохмалю та клітковини в зерні кукурудзи, і ці зв'язки були статистично значущими. Ґрунтові пробіотики демонстрували слабку позитивну кореляцію з крохмалем, золюю та клітковиною, що також було статистично значущим. Загалом, всі показники якості врожаю мали певний рівень позитивної кореляції один з одним, крім клітковини, яка проявляла середню негативну кореляцію з білком та олією.



## РОЗДІЛ 5

### ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ ЗА ОРАГАНІЧНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ

Важливий критерій, що допомагає аграріям визначити вплив певного прийому на культуру, яка вирощується, це оцінка економічної ефективності технології чи її окремих елементів (Томашук, 2019). Відзначається, що в оцінці економічної ефективності вирощування сільськогосподарських культур важливим фактором є витрати на добрива, паливе та інші необхідні елементи, які є основою сільськогосподарського виробництва. Зростання цін на ці ресурси (Кравченко et al., 2023; Вишневецька, 2022) має значний вплив на економіку галузі. Це створює виклик для аграріїв, оскільки їм потрібно забезпечити ефективне вирощування культур за умов обмеженого бюджету, особливо у воєнний час.

Керівництво держави намагається забезпечити підтримку сільськогосподарських виробників (Виклюк et al., 2022), однак з урахуванням зростання вартості добрив та пального, аграрії повинні бути особливо уважними при виборі оптимальних технологічних операцій вирощування. Вони повинні ретельно розраховувати економічну ефективність кожного прийому та знаходити компроміс між високою врожайністю та рентабельністю вирощування.

У світлі змін в економічному середовищі, аграріям варто активно шукати і впроваджувати інноваційні підходи до вирощування, що дозволять знизити залежність від вартості добрив (Masoero et al., 2021). Також важливо враховувати екологічний аспект і обирати методи, які сприяють збереженню природних ресурсів та довкілля.

Для розрахунку економічної ефективності застосування удобрювальних продуктів на посівах кукурудзи на зерно були застосовані методики оцінки як за допомогою натуральних, так і вартісних показників. Розрахунок витрачених

коштів здійснювався за допомогою технологічних карт. Станом на 01.01.2023 для обчислення витрат на насіння були використані наступні дані:

- Насіння гібриду Гармоніум – 198,1 грн/кг;
- Насіння гібриду Хемінгуей – 178,3 грн/кг;

Ціна удобрювальних продуктів:

- LEANUM – 840 грн/га (2 л\*420 грн/л);
- VITAMIN O7 – 75 грн/га (50 г\*1500 грн/кг).

Вартість основного обробітку ґрунту :

- 1)Оранка на глибину 25-28 см – 800 грн/га;
- 2)Плоскорізний обробіток ґрунту на глибину 25-28 см – 750 грн/га;
- 3)Дискування на глибину 15-18 см – 715 грн/га;
- 4)Дискування на глибину 5-8 см – 695 грн/га.

Ключовим аспектом економічного аналізу є розрахунок прямих виробничих витрат, включаючи загальні витрати на сівбу, догляд за посівами, збирання та транспортування зерна кукурудзи. Всього, сукупні виробничі витрати становили 24000 гривень на гектар. До цього значення також додалась вартість додаткових витрат, пов'язаних з придбанням насінневого матеріалу та удобрювальних продуктів. Саме тому вартість вирощування кукурудзи за різних варіантів дослідів відрізняється.

За виконання оранки на глибину 25-28 см, найвищий прибуток за вирощування Гармоніуму (табл. 5.1) був на рівні 21305 грн/га, а рентабельність у 39,9 % спостерігаються при використанні технології LEANUM + 2 LEANUM. При плоскорізному обробітку ґрунту, найвищий прибуток (17834 грн/га) та рентабельність (37,07 %) зафіксовані для варіанту контроль+1 LEANUM. За дискування на глибину 15-18 см, найвищий прибуток (15269 грн/га) та рентабельність (33,55 %) досягаються при інокуляції LEANUM.

Таблиця 5.1

Витрати на вирощування гібриду Гармоніум залежно від обробітку ґрунту та використання біодобрив

Критерії	Одиниці вимірювання	Контроль	1 LEANUM	2 LEANUM	VITAMIN O7	VITAMIN O7 + 1 LEANUM	VITAMIN O7 + 2 LEANUM	LEANUM	LEANUM + 1 LEANUM	LEANUM + 2 LEANUM
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Оранка на глибину 25-28 см										
Заг. витрати	грн/га	29475	30315	31155	29550	30390	31230	30315	31155	31995
LEANUM	грн/га	-	840	1680	-	-	-	840	1680	2520
VITAMIN O7	грн/га	-	-	-	75	915	1755	-	-	-
Закупівля	грн/т	6500								
Дохід	грн/га	41600	45500	44200	40950	40300	44200	43550	45550	53300
Прибуток	грн/га	12125	15185	13045	11400	9910	12970	13235	14395	21305
Рентабельність	%	29,14	33,37	29,5	27,8	24,5	29,3	30,3	31,6	39,9
Плоскорізний обробіток на глибину 25-28 см										
Заг. витрати	грн/га	29426	30266	31106	29501	30341	31181	30266	31106	31946
LEANUM	грн/га	-	840	1680	-	-	-	840	1680	2520
VITAMIN O7	грн/га	-	-	-	75	915	1755	-	-	-
Закупівля	грн/т	6500								
Дохід	грн/га	40300	48100	44200	37050	42900	48100	44850	44200	44850
Прибуток	грн/га	10874	17834	13094	7549	12559	16919	14584	13094	12904

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Рентабельність	%	26,98	37,07	29,62	20,37	29,27	35,17	32,51	29,62	28,77
Дискування на глибину 15-18 см										
Заг. витрати	грн/га	29391	30231	31071	29466	30306	31146	30231	31071	31911
LEANUM	грн/га	-	840	1680	-	-	-	840	1680	2520
VITAMIN O7	грн/га	-	-	-	75	915	1755	-	-	-
Закупівля	грн/т	6500								
Дохід	грн/га	31850	34450	42900	37050	35750	39000	45500	39650	40950
Прибуток	грн/га	2459	4219	11829	7584	5444	7854	15269	8579	9039
Рентабельність	%	7,72	12,24	27,57	20,46	15,22	20,13	33,55	21,63	22,07
Дискування на глибину 5-8 см										
Заг.витрати	грн/га	29371	30211	31051	29446	30286	31126	30211	31051	31891
LEANUM	грн/га	-	840	1680	-	-	-	840	1680	2520
VITAMIN O7	грн/га	-	-	-	75	915	1755	-	-	-
Закупівля	грн/т	6500								
Дохід	грн/га	29250	33800	36400	42900	44850	42250	40300	41600	37050
Прибуток	грн/га	-121	3589	5349	13454	14564	11124	10089	10549	5159
Рентабельність	%	-0,41	10,61	14,69	31,36	32,47	26,32	25,03	25,35	13,92

Слід зазначити, що при дискуванні на глибину 5-8 см, деякі варіанти виявили негативний прибуток або низьку рентабельність, що може вказувати на меншу ефективність цього обробітку ґрунту для кукурудзи на зерно. Тим не менш за використання VITAMIN O7 + 1 LEANUM була досягнута найвища рентабельність (32,47 %) та був отриманий прибуток у розмірі 14564 грн/га.

У проведеному дослідженні був також вивчений вплив різних методів обробітку ґрунту на вирощування гібриду Хемінгуей (табл. 5.2). Основні висновки з дослідження наступні: оранка на глибину 25-28 см у поєднанні з інокуляцією LEANUM привела до найвищого прибутку в розмірі 16302 грн/га і рентабельності на рівні 35,3 %. Плоскорізний обробіток ґрунту на глибину 25-28 см найбільше вигідний на варіанті LEANUM + 2 LEANUM з прибутком 25722 грн/га і рентабельністю 44,9 %. Дискування ґрунту на глибину 25-28 см призвело до найбільшого прибутку на варіанті VITAMIN O7 + 2 LEANUM, досягнувши 16122 грн/га і рентабельністю 34,4 %. Дискування ґрунту на глибину 5-8 см також принесло високий прибуток, особливо на варіанті LEANUM + 2 LEANUM з прибутком 16027 грн/га і рентабельністю 33,7 %.

Узагальнюючи ці результати, важливо відзначити, що вибір оптимального методу обробки ґрунту має суттєвий вплив на прибуток та рентабельність при вирощуванні кукурудзи. Фермери та агрофірми можуть користуватися цими результатами для вибору найефективнішої технології з метою максимізації свого прибутку та рентабельності при вирощуванні даної культури.

Отже, за виконання оранки на глибину 25-28 см виявлено, що найвищий прибуток за вирощування Гармоніуму досяг рівня 21305 грн/га, а рентабельність становила 39,9%. Ці значення спостерігаються при застосуванні технології LEANUM + 2 LEANUM. У випадку плоскорізного обробітку ґрунту на глибину 25-28 см, найвищий прибуток (25722 грн/га) та рентабельність (44,9 %) також були зафіксовані при використанні LEANUM + 2 LEANUM.

Таблиця 5.2

Витрати на вирощування гібриду Хемінгвей залежно від обробітку ґрунту та використання біодобрив

Критерії	Одиниці вимірювання	Контроль	1 LEANUM	2 LEANUM	VITAMIN O7	VITAMIN O7 + 1 LEANUM	VITAMIN O7 + 2 LEANUM	LEANUM	LEANUM + 1 LEANUM	LEANUM + 2 LEANUM
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Оранка на глибину 25-28 см										
Заг.витрати	грн/га	29008	29848	30688	29083	29923	30763	29848	30688	31528
LEANUM	грн/га	-	840	1680	-	-	-	840	1680	2520
VITAMIN O7	грн/га	-	-	-	75	915	1755	-	-	-
Закупівля	грн/т	6500								
Дохід	грн/га	41600	44200	44850	43550	44850	46800	46150	45500	45500
Прибуток	грн/га	12592	14352	14162	14467	14927	16037	16302	14812	13972
Рентабельність	%	30,2	32,4	31,5	33,2	33,2	34,2	35,3	32,5	30,7
Плоскорізний обробіток на глибину 25-28 см										
Заг. витрати	грн/га	28958	29798	30638	29033	29873	30713	29798	30638	31478
LEANUM	грн/га	-	840	1680	-	-	-	840	1680	2520
VITAMIN O7	грн/га	-	-	-	75	915	1755	-	-	-
Закупівля	грн/т	6500								
Дохід	грн/га	40950	46150	47450	41600	47450	44850	44850	47450	57200
Прибуток	грн/га	11992	16352	16812	12567	17577	14137	15052	16812	25722

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Рентабельність	%	29,28	35,4	35,4	30,2	37,0	31,5	33,5	35,4	44,9
Дискування на глибину 15-18 см										
Заг. витрати	грн/га	28923	29763	30603	28998	29838	30678	29763	30603	31443
LEANUM	грн/га	-	840	1680	-	-	-	840	1680	2520
VITAMIN O7	грн/га	-	-	-	75	915	1755	-	-	-
Закупівля	грн/т	6500								
Дохід	грн/га	37050	41600	42900	42900	45500	46800	39000	45500	46150
Прибуток	грн/га	8127	11837	12297	13902	15662	16122	9237	14897	14707
Рентабельність	%	21,9	28,4	28,6	32,4	34,4	34,4	23,6	32,7	31,8
Дискування на глибину 5-8 см										
Заг. витрати	грн/га	28903	29743	30583	28978	29818	30658	29743	30583	31423
LEANUM	грн/га	-	840	1680	-	-	-	840	1680	2520
VITAMIN O7	грн/га	-	-	-	75	915	1755	-	-	-
Закупівля	грн/т	6500								
Дохід	грн/га	35100	40950	43550	41600	43550	44850	41600	44850	47450
Прибуток	грн/га	6197	11207	12967	12622	13732	14192	11857	14267	16027
Рентабельність	%	17,6	27,3	29,7	30,3	31,5	31,6	28,5	31,8	33,7

### **Висновки до розділу 5**

1. Спосіб припосівної інокуляції насіння має на меті зменшити витрати на енергоресурси та людську працю за проведення інокуляції.

2. Спосіб базується на створенні системи припосівної інокуляції, що складається із затемненого баку, який встановлюється на раму будь-якого посівного комплексу, після якого встановлено запобіжний кран і фільтр, що з'єднаний з насосом, який, у свою чергу, перекачує робочий розчин трубопроводом до розподільника, який подає робочий розчин до електричних форсунок. Форсунки, які керуються комп'ютером, інтегруються в сім'япровід таким чином, щоб кут розпилу покривав якомога більшу площу насінини, а сам процес інокуляції здійснювався безпосередньо під час сівби.

3. Таким чином, під час виконання оранки на глибину 25-28 см виявлено, що найвищий рівень прибутку від вирощування Гармоніуму становив 21305 грн/га, а рентабельність склала 39,9 %. Ці значення спостерігаються при використанні технології LEANUM + 2 LEANUM. За вирощування Хемінгуею найвищу економічну ефективність було отримано за плоскорізного обробітку ґрунту на глибину 25-28 см, прибуток - 25722 грн/га та рентабельність - 44,9 %, також були відзначені за умов використання LEANUM + 2 LEANUM.



## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі було ретельно досліджено та обґрунтовано практичний підхід до вирішення завдань, пов'язаних з підвищенням продуктивності вирощування кукурудзи на зерно, вирощеної за органічною технологією. Основна увага була сконцентрована на способах застосування удобрювальних продуктів (біодобрив), що використовуються у рідкому та порошкодібному стані, сертифіковані «Органік-стандарт» й містять у своєму складі корисні мікроорганізми. Також приділено увагу й вибору оптимального способу основного обробітку ґрунту у комплексі із застосуванням біодобрив, враховуючи достатньо низький рівень органічного вуглецю, азоту та більшості мікроелементів у чорноземі типовому для умов північно-східного Лісостепу України, результатом чого є викладення наступних висновків:

1. Істотний вплив на висоту рослин визначено за інокуляції насіння двох гібридів кукурудзи LEANUM (рідка форма), VITAMIN O7 (порошкодібна форма) у комплексі із позакореневим живленням рослин у фази 3-5 та 7-10 листків. Позитивний ефект виявлено на варіантах: контроль + 1 LEANUM, контроль +2 LEANUM, VITAMIN O7 + 1 LEANUM, VITAMIN O7 + 2 LEANUM та LEANUM +1 LEANUM, LEANUM + 2 LEANUM. Причому саме на фоні плоскорізного обробітку ґрунту отримані вищі показники.

2. Усі варіанти удобрювальних продуктів (крім LEANUM +1 LEANUM за вирощування Хемінгуею) сприяли збільшенню висоти прикріплення першого качана. Встановлено, що на цей показник в обох гібридів був вище на фоні плоскорізного обробітку ґрунту.

3. За вирощування Гармоніуму до збільшення показника призвела інокуляція LEANUM та комбінована обробка LEANUM +2 LEANUM, однак, для Хемінгуею не можливо виділити обробку біодобривами, яка б забезпечила збільшення діаметру стебла за будь-якого фону обробітку ґрунту.

Встановлено, на збільшення діаметру стебел обох гібридів, що досліджувались, істотно вплинув плоскорізний обробіток на глибину 25-28 см.

4. На збільшення площі листової поверхні рослин гібриду Гармоніум істотно вплинула позакореневе живлення у фазу 3-5 листків без обробки насіння на фоні обробітку ґрунту в 5-8 см. З варіантів обробок суттєвий вплив на площу листової поверхні гібриду Хемінгуей виявили: контроль + 2 LEANUM, VITAMIN O7 + 2 LEANUM та LEANUM + 2 LEANUM, причому це встановлено на всіх варіантах обробітку ґрунту.

5. Не виявлено очікуваного позитивного впливу біодобрив на вміст хлорофілу. Фактор обробітку мав більшу значущість при вирощуванні кукурудзи за органічною технологією.

6. Було встановлено, що на фонах обробітку ґрунту на глибину 25-28 см і 10-12 см біодобрива на варіантах Контроль + 1 LEANUM, VITAMIN O7 + 2 LEANUM, LEANUM, LEANUM + 1 LEANUM, LEANUM + 2 LEANUM мали суттєвий вплив на довжину качана кукурудзи за вирощування Гармоніуму. На довжину качану гібриду Хемінгуей впливу біодобрив не виявлено.

7. Визначено, що за вирощування Гармоніуму на діаметр качана суттєво вплинула обробка удобрювальним продуктом по листу контроль + 2 LEANUM за плоскорізного обробітку ґрунту на глибину 25-28 см. Водночас, за вирощування Хемінгуею жодного позитивного впливу на показник відмічено не було.

8. На кількість рядів у качані кукурудзи гібриду Гармоніуму не мав впливу жоден з факторів, але біодобрива впливали на кількість насіння в ряду в качанах, тобто їх виповненість, зокрема, це на варіантах контроль + 2 LEANUM, VITAMIN O7 + 1 LEANUM, VITAMIN O7 + 2 LEANUM та LEANUM. Проте, за вирощування Хемінгуею спостерігалась незначне збільшення кількості рядів за комплексної дії оранки на глибину 25-28 см та застосування дворазового підживлення LEANUM, а також за виконання дискування на глибину 5-8 см з інокуляцією та підживленням саме LEANUM.

9. При вирощуванні Гармоніуму приріст маси 1000 насінин був відмічений на варіанті оранка на глибину 25-28 см та варіанті з інокуляцією та дворазовим позакореневим підживленням LEANUM, при цьому урожайність гібриду порівняно з контролем зросла на 21,9 %. Урожайність зерна гібриду Хемінгуей була вище порівняно з контролем на 27,2 % на фоні інокуляції та двома підживленнями LEANUM на фоні плоскорізного обробітку ґрунту.

10. Встановлено, що якісні показники зерна кукурудзи залежали більше від позакореневих підживлень, аніж від інокуляції насіння. Вміст протеїну, олії, крохмалю, золи та клітковини більше залежали від гібриду.

11. Встановлено, що спосіб та глибина основного обробітку ґрунту мають вплив на вологість ґрунту, але значущість фактору залежить від погодних умов та строків відбору ґрунтових зразків. Найбільше зберігалось вологи на період збирання врожаю за більш м'яких обробітках.

12. Встановлено, що інокуляція біодобривами VITAMIN O7 та LEANUM не призвела до значущого впливу на активність целюлозоруйнівних бактерій у ґрунті, що можна пояснити посушливими метеорологічними умовами у вегетаційні сезони. Значний вплив на активність мікроорганізмів виявив обробіток ґрунту.

13. У середньому за три роки отримана слабка негативна лінійна залежність способів обробітку ґрунту та урожайності й слабка позитивна лінійна залежність між удобрювальними продуктами та урожайністю зерна кукурудзи. Залежно від глибини і способу обробітку, погодних умов року кореляційна залежність між цим фактором, формами удобрювальних продуктів та урожайністю суттєво коливається.

14. Було розроблено і запатентовано спосіб припосівної інокуляції насіння, застосування якого дозволяє удосконалити нанесення рідкого розчину на насінину. Інокуляція за допомогою розробленої припосівної навісної системи відбувається з економією води та з урахуванням того, що світло не повинно попадати на біодобрива для запобігання загибелі корисної

мікрофлори, що в них знаходяться, й особливо за підвищених температур навколишнього середовища.

15. Обраховано, що під час проведення оранки на глибину 25-28 см найвищі економічні показники вирощування Гармоніуму становили 21305 грн./га при рентабельності 39,9 %. Ці результати були спостережені при використанні технології LEANUM + 2 LEANUM. Водночас, при вирощуванні Хемінгуею найвищу економічну ефективність було досягнуто за плоскорізного обробітку ґрунту на глибину 25-28 см, де прибуток становив 25722 грн/га, а рентабельність склала 44,9 %. Ці ж результати також були зафіксовані при використанні технології LEANUM + 2 LEANUM.

### **Рекомендації виробництву**

З метою підвищення врожайності та економічної ефективності вирощування кукурудзи в умовах Північно-східного Лісостепу України на чорноземі типовому слабовилугованому середньосуглинковому з низьким вмістом органічного вуглецю, азоту, мікроелементів, середнім вмістом фосфору та калію рекомендується:

1. За органічного напрямку господарства підбирати гібриди кукурудзи, що максимально реалізують генетичний потенціал і здатні забезпечити отримання стабільно високого врожаю (Гармоніум, Хемінгуей);
2. Використовувати сертифіковані «Органік стандарт» удобрювальні продукти, що містять корисні мікроорганізми, в якості інокулянтів та для позакореневого підживлення (LEANUM) у фази  $BBCH_{13}+BBCH_{17}$ ;
3. Обирати основний обробіток ґрунту, виходячи від матеріально-ресурсного забезпечення господарства, і обраного курсу на отримання вищого врожаю зерна кукурудзи, вирощеної за органічною технологією, враховуючи, що максимальний ефект комплексного застосування інокулянтів з позакореневим підживленням отримується на більш глибоких обробітках.

**ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА**

1. Abadi, V. A. J. M., Sepehri, M., Rahmani, H. A., Zarei, M., Ronaghi, A., Taghavi, S. M., Shamshiripour, M. (2020). Role of dominant phyllosphere bacteria with plant growth–promoting characteristics on growth and nutrition of maize (*Zea mays* L.). *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 20, 2348-2363. <https://doi.org/10.1007/s42729-020-00302-1>
2. Abatenh, E., Gizaw, C., Tsegaye, Z., Wassie, M. (2017). The role of microorganisms in bioremediation -a review. *Open Journal of Environmental Biology*, 2(1), 038-046. <https://doi.org/10.17352/ojeb.000007>
3. Agaras, B. C., Scandiani, M., Luque, A., Fernández, L., Farina, F., Carmona, M., Gally, M., Romero, A., Wall, L., Valverde, C. (2015). Quantification of the potential biocontrol and direct plant growth promotion facilities caused on multiple biological traits distinguish different groups of *Pseudomonas spp.* isolates. *Biological Control*, 90, 173-186. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2015.07.003>
4. Agaras, B. C., Wall, L. G., Valverde, C. (2017). *Pseudomonas* Communities in Soil Agroecosystems. *Adv PGPR Res. 1st ed. Wallingford: CAC International*, 126-147. <https://doi.org/10.1079/9781786390325.0126>
5. Ahmad, I., Ahmad, T. K. A., Basra, S. M., Hasnain, Z., & Ali, A. (2012). Effect of seed priming with ascorbic acid, salicylic acid and hydrogen peroxide on emergence, vigor and antioxidant activities of maize. *African Journal of Biotechnology*, 11(5), 1127-1137. <https://doi.org/10.5897/AJB11.2266>
6. Akcarnia, A., & Farhani, F. (2014). Study of fuel consumption in three tillage methods. *Research in Agricultural Engineering*, 60(4), 142–147. <https://doi.org/10.17221/70/2012-RAE>
7. Ali, B., Wang, X., Saleem, M. H., Hafeez, A., Afridi, M. S., Khan, S., Nisa, Z. U., Ullah, I., do Amaral Júnior, A. T., Alatawi, A., & Ali, S. (2022). PGPR-mediated salt tolerance in maize by modulating plant physiology, antioxidant defense, compatible solutes accumulation and bio-surfactant producing genes. *Plants*, 11(3), 345. <https://doi.org/10.3390/plants11030345>

8. Alori, E. T., Dare, M. O., & Babalola, O. O. (2017). Microbial inoculants for soil quality and plant health. In: *Sustainable agriculture reviews*. Springer, Cham., 287-307. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-48006-0\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-48006-0_9)
9. Araújo, V. L. V. P., Fracetto, G. G. M., Silva, A. M. M., Pereira, A. P. A., Freitas, C. C. G., Barros, F. M. D. R., Santana, M. C., Feiler, H. P., Matteoli, F. P., Fracetto, F. J. C., & Cardoso, E. J. B. N. (2023). Potential of growth-promoting bacteria in maize (*Zea mays L.*) varies according to soil moisture. *Microbiological research*, 271, 127352. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2023.127352>
10. Artyszak, A., & Gozdowski, D. (2020). The effect of growth activators and plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) on the soil properties, root yield, and technological quality of sugar beet. *Agronomy*, 10(9), 1262. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091262>
11. Aslam, F., & Ali, B. (2018). Halotolerant Bacterial Diversity Associated with *Suaeda fruticosa (L.) Forssk.* Improved Growth of Maize under Salinity Stress. *Agronomy*, 8(8), 131. <https://doi.org/10.3390/agronomy8080131>
12. Ayangbenro A. S., & Babalola O. O. (2021). Reclamation of arid and semi-arid soils: The role of plant growth-promoting archaea and bacteria. *Current Plant Biology*, 25, 100173. <https://doi.org/10.1016/j.cpb.2020.100173>
13. Bala, M. I. & Zakharchenko, E. A. (2022). Which ways of soil tillage are the best for crops? *Science of XXI century: development, main theories and achievements*, 1, 80-82. <https://doi.org/10.36074/scientia-24.06.2022>
14. Beltran-Medina, I., Romero-Perdomo, F., Molano-Chavez, L., Gutiérrez, A. Y., Silva, A. M., & Estrada-Bonilla, G. (2023). Inoculation of phosphate-solubilizing bacteria improves soil phosphorus mobilization and maize productivity. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 126(1), 21-34. <https://doi.org/10.1007/s10705-023-10268-y>
15. Bildirici, N. (2020). Effects of probiotic bacteria on plants. In: *Current researches in agriculture, forestry and aquaculture sciences*. Edited by Prof. Atilgan Atilgan, Assoc. Prof. Burak Saltuk. Izmir. 167–181.

16. Borneman, J., & Becker, J. O. (2007). Identifying microorganisms involved in specific pathogen suppression in soil. *Annual review of phytopathology*, 45. <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.45.062806.094354>
17. Bradáčová, K., Sittinger, M., Tietz, K., Neuhäuser, B., Kandeler, E., Berger, N., Ludewig, U., Neumann, G. (2019). Maize inoculation with microbial consortia: contrasting effects on rhizosphere activities, nutrient acquisition and early growth in different soils. *Microorganisms*, 7(9), 329. <https://doi.org/10.3390/microorganisms7090329>
18. Burtan, L., Țopa, D., Jităreanu, G., Calistru, A. E., Răus, L., Cara, I. G., Sîrcu, C., Cioroianu, T. (2020). The influence of conservative tillage systems on physico-chemical properties and yield under a cambic chernozem from northeastern part of Romania. *Romanian agricultural research*, 37, 141-149.
19. Cardarelli, M., Woo, S. L., Roupael, Y., & Colla, G. (2022). Seed treatments with microorganisms can have a biostimulant effect by influencing germination and seedling growth of crops. *Plants*, 11(3), 259. <https://doi.org/10.3390/plants11030259>
20. Carrión, V. J., Cordovez, V., Tyc, O., Etalo, D. W., de Bruijn, I., de Jager, V., Medema, M. H., Eberl, L., Raaijmakers, J. M. (2018). Involvement of *Curkholderiaceae* and sulfurous volatiles in disease-suppressive soils. *The ISME journal*, 12(9), 2307–2321. <https://doi.org/10.1038/s41396-018-0186-x>
21. Carro, L., & Nouioui, I. (2017). Taxonomy and systematics of plant probiotic bacteria in the genomic era. *AIMS microbiology*, 3(3), 383–412. <https://doi.org/10.3934/microbiol.2017.3.383>
22. Chamizo, S., Adessi, A., Certini, G., de Philippis, R. (2020). Cyanobacteria inoculation as a potential tool for stabilization of burned soils. *Restoration Ecology*, 28, 106-114. <https://doi.org/10.1111/rec.13092>
23. Chen, W., Chen, L., Zhang, X., Guo, J., Wang, M., Ji S., Zhao, X., Yin, P., Cai, L., Xu, J., Zhang, L., Han, Y., Xiao, Y., Xu, G., Wang, Y., Wang, S., Wu, S., Yang, F., Jackson, D., Cheng, J., Chen, S., Sun, C., Qin, F., Tian, F., Fernie, A. R., Li, J., Yan, J., Yang, X. (2022). Convergent selection of a WD40

protein that enhances grain yield in maize and rice. *Science*, 375, eacg7985. <https://doi.org/10.1126/science.acg7985>

24. Choquette, N. E., Holland, J. B., Weldekidan, T., Drouault, J., de Leon, N., Flint-Garcia, S., Lauter, N., Murray, S. C., Xu, W., Wisser, R. J. (2023), Environment-specific selection alters flowering-time plasticity and results in pervasive pleiotropic responses in maize. *New Phytol*, 238, 737-749. <https://doi.org/10.1111/nph.18769>

25. Chukwuneme, C. F., Babalola, O. O., Kutu, F. R., Ojuederie, O. B. (2020). Biochemical and Molecular Characterization, and Bioprospecting of Drought Tolerant *Actinomyces* from Maize Rhizosphere Soil. *bioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2020.05.13.094003>

26. Chukwuneme, C. F., Babalola, O. O., Kutu, F. R., Ojuederie, O. B. (2020). Characterization of *actinomyces* isolates for plant growth promoting traits and their effects on drought tolerance in maize. *Journal of Plant Interactions*, 15(1), 93-105. <https://doi.org/10.1080/17429145.2020.1752833>

27. Ciccillo, F., Fiore, A., Bevivino, A., Dalmastri, C., Tacacchioni, S., Chiarini, L. (2002). Effects of two different application methods of *Burkholderia amcifaria* MCI 7 on plant growth and rhizospheric bacterial diversity. *Environmental Microbiology*, 4(4), 238-245. <https://doi.org/10.1046/j.1462-2920.2002.00291.x>

28. Cohen, A. C., Travaglia, C. N., Bottini, R., & Piccoli, P. N. (2009). Participation of abscisic acid and gibberellins produced by endophytic *Azospirillum* in the alleviation of drought effects in maize. *Botany*, 87(5), 455-462. <https://doi.org/10.1139/B09-023>

29. Couillerot, O., Prigent-Combaret, C., Caballero-Mellado, J., Moënne-Loccoz, Y. (2009). *Pseudomonas fluorescens* and closely-related fluorescent pseudomonads as biocontrol agents of soil-borne phytopathogens. *Letters in Applied Microbiology*, 48, 505-512. <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2009.02566.x>

30. Dai, Z., Hu, J., Fan, J., Fu, W., Wang, H., Hao, M. (2021). No-tillage with mulching improves maize yield in dryland farming through regulating soil



temperature, water and nitrate-N. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 309, 107288. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107288>

31. Dar, A., Zahir, Z. A., Iqbal, M., Mehmood, A., Javed, A., Hussain, A., Bushra, Ahmad, M. (2021). Efficacy of rhizobacterial exopolysaccharides in improving plant growth, physiology, and soil properties. *Environmental monitoring and assessment*, 193(8), 515. <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09286-6>

32. Das, H. K. (2019). Azotobacters as biofertilizer. *Advances in applied microbiology*, 108, 1-43. <https://doi.org/10.1016/bs.aambs.2019.07.001>

33. de Souza Vandencerghe, L. P., Garcia, L., Rodrigues, C., Camara, M. C., de Melo Pereira, G. V., de Oliveira, J., Soccol, C. R. (2017). Potential applications of plant probiotic microorganisms in agriculture and forestry. *AIMS microbiology*, 3(3), 629–648. <https://doi.org/10.3934/microciol.2017.3.629>

34. Delitte, M., Caulier, S., Cragard, C., & Desoignies, N. (2021). Plant Microbiota Beyond Farming Practices: A Review. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 66. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.624203>

35. Dindaroglu, T., Tunguz, V., Babur, E., Alkharabsheh, H. M., Seleiman, M. F., Roy, R., Zakharchenko, E. (2022). The use of remote sensing to characterise geomorphometry and soil properties at watershed scale. *International Journal of Global Warming*, 27(4), 402-421. <https://doi.org/10.1504/IJGW.2022.10049112>

36. dos Santos, A. C., Kandasamy, S., Rigocelo, E. C. (2020). *Bacillus cereus*, *Lactobacillus acidophilus* and *Succinovibrio dextrinosolvans* promoting the growth of maize and soybean plants. *African Journal of Microbiology Research*, 14(5), 189-197. <https://doi.org/10.5897/AJMR2020.9322>

37. Dražić, M. S. (2017). Development and optimization of novel electronic device for automatic control of liquid starter fertilizer injection in maize sowing Diss. Doctor of Agricultural engineering, University of Belgrade. National Repository of Dissertations in Serbia. <https://nardus.mpn.gov.rs/handle/123456789/9370>

38. Dubey, A., Saiyam, D., Kumar, A., Hashem, A., Abd Allah, E. F., Khan, M. L. (2021). Bacterial Root Endophytes: Characterization of Their Competence and Plant Growth Promotion in Soybean (*Glycine max (L.) Merr.*) under Drought Stress. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(3), 931. <https://doi.org/10.3390/ijerph18030931>
39. Dubey, R. K., Tripathi V., Edrisi, S. A., Bakshi, M., Dubey, P. K., Singh, A., Verma J. P., Singh, A., Sarma, B. K., Rakshit, A., Singh, D. P., Singh, H. H., Abhilash, P. C. (2017). Role of plant growth-promoting microorganisms in sustainable agriculture and environmental remediation. *Advances in PGPR research*, 75-125. <https://doi.org/10.1079/9781786390325.0000> .
40. Dutta, J., & Bora, U. (2019). Rhizosphere microbiome and plant probiotics. In *New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering*, Elsevier, 273-281. <https://doi.org/10.1016/C978-0-12-818258-1.00018-2>
41. Efthimiadou, A., Katsenios, N., Chanioti, S., Giannoglou, M., Djordjevic, N., Katsaros, G. (2020). Effect of foliar and soil application of plant growth promoting bacteria on growth, physiology, yield and seed quality of maize under Mediterranean conditions. *Scientific reports*, 10(1), 21060. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78034-6>
42. Egamberdieva, D., Wirth, S., Bellingrath-Kimura, S. D., Mishra, J., Arora, N.K. (2019). Salt-tolerant plant growth promoting rhizobacteria for enhancing crop productivity of saline soils. *Frontiers in microbiology*, 10, 2791. <https://doi.org/10.3389/fmicc.2019.02791>
43. El-Esawi, M. A., Alaraidh, I. A., Alsahli, A. A., Alzahrani, S. M., Ali, H. M., Alayafi, A. A., Ahmad, M. (2018). *Serratia liquefaciens* KM4 improves salt stress tolerance in maize cy regulating redox potential, ion homeostasis, leaf gas exchange and stress-related gene expression. *International journal of molecular sciences*, 19(11), 3310. <https://doi.org/10.3390/ijms19113310>
44. Feng, X., Hao, Y., Latifmanesh, H., Lal, R., Cao, T., Guo, J., Deng, A., Song, Z., Zhang, W. (2018). Effects of subsoiling tillage on soil

properties, maize root distribution, and grain yield on mollisols of Northeastern China. *Agronomy Journal*, 110(4), 1607-1615.

<https://doi.org/10.2134/agronj2018.01.0027>

45. Fernández, L., Agaras, B., Zalba, P., Wall, L. G., Valverde, C. (2012). *Pseudomonas spp.* isolates with high phosphate-mobilizing potential and root colonization properties from agricultural bulk soils under no-till management. *Biology and fertility of soils*, 48(7), 763-773. <https://doi.org/10.1007/s00374-012-0665-6>

46. Fukami, J., de la Osa, C., Ollero, F. J., Megías, M., Hungria, M. (2018). Co-inoculation of maize with *Azospirillum brasilense* and *Rhizobium tropici* as a strategy to mitigate salinity stress. *Functional plant biology*, 45(3), 328–339. <https://doi.org/10.1071/FP17167>

47. Galindo, F. S., Teixeira Filho, M. C., Buzetti, S., Pagliari, P. H., Santini, J. M., Alves, C. J., Megda, M. M., Nogueira, T. A. R., Andreotti, M., Arf, O. (2019). Maize yield response to nitrogen rates and sources associated with *Azospirillum brasilense*. *Agronomy Journal*, 111(4), 1985-1997. <https://doi.org/10.2134/agronj2018.07.0481>

48. García, J. E., Ruiz, M., Maroniche, G A., Creus, C., Puente, M., Zawoznik, M. S., Groppa, M. D. (2023). Inoculation with *Azospirillum argentinense* Az19 improves the yield of maize subjected to water deficit at key stages of plant development. *Revista Argentina de Microbiología*. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2023.01.002>

49. Gomes, E. A., Lana, U. G., Quensen, J. F., de Sousa, S. M., Oliveira, C. A., Guo, J., Guimarães, L. J. M., Tiedje, J. M. (2018). Root-associated microbiome of maize genotypes with contrasting phosphorus use efficiency. *Phytobiomass*, 2(3), 129-137. <https://doi.org/10.1094/PBIOMES-03-18-0012-R>

50. Gunaratna, N. S., Moges, D., de Groote, H. (2019). Biofortified Maize Can Improve Quality Protein Intakes among Young Children in Southern Ethiopia. *Nutrients*, 11(1), 192. <https://doi.org/10.3390/nu11010192>

51. Hamdia, M. A. E.-S. (2019). Strategy Role of Mycorrhiza Inoculation on Osmotic Pressure, Chemical Constituents and Growth Yield of Maize Plant Grown under Drought Stress. *American Journal of Plant Sciences*, 10, 1102-1120. <https://doi.org/10.4236/ajps.2019.106080>
52. Herschkovitz, Y., Lerner, A., Davidov, Y., Okon, Y., Jurkevitch, E. (2005). *Azospirillum brasilense* does not affect population structure of specific rhizobacterial communities of inoculated maize (*Zea mays*). *Environmental microbiology*, 7(11), 1847-1852. <https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2005.00926.x>
53. Hryhoriv, Y. Y., Butenko, A. O., Davydenko, G. A., Radchenko, M. V., Tykhonova, O. M., Kriuchko, L. V., Hlupak, Z. I. (2020). Productivity of sugar maize of hybrid Moreland F1 depending on technological factors of growing. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(2), 268-272. [https://doi.org/10.31734/10.15421/2020\\_95](https://doi.org/10.31734/10.15421/2020_95)
54. Hryhoriv, Y., Nechyporenko, V., Butenko, A., Lyshenko, M., Kozak, M., Onopriienko, I., Shumkova O., Shumkova V., Kriuchko, L. (2022). Economic efficiency of sweet corn growing with nutrition optimization. *Agraarteadus: Journal of Agricultural Science*, 33 (1), 81-87. <https://doi.org/10.15159/jas.22.07>
55. Hussain, A., Zahir, A. Z., Ditta, A., Tahir, M. U., Ahmad, M., Mumtaz, M. Z., Hayat, K., Hussain, S. (2020). Production and implication of bio-activated organic fertilizer enriched with zinc-solubilizing bacteria to boost up maize (*Zea mays L.*) production and biofortification under two cropping seasons. *Agronomy*, 10(1), 39. <https://doi.org/10.3390/agronomy10010039>
56. Hussain, M. A., Askandar, H. S., Khether, A. A., Saaed, R. I. (2020). Evaluation Maize Genotypes for Yield and Yield Components and Constructing Selection Index. *Tikrit Journal for Agricultural Sciences* 4(19), 76-82. <https://doi.org/10.25130/tjas.19.4.10>
57. Huynh, H. T., Hufnagel, J., Wurbs, A., Bellingrath-Kimura, S. D. (2019). Influences of soil tillage, irrigation and crop rotation on maize biomass yield

in a 9-year field study in Müncheberg, Germany. *Field Crops Research*, 241, 107565. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2019.107565>

58. Iyanyi, N. G. (2020). Identification of fungal organisms associated with the rhizosphere of maize (*Zea mays L.*): basic molecular techniques. *Nigeria Agricultural Journal*, 51(2), 399-405.

59. Jansson, J. K., Hofmockel, K. S. (2020). Soil microbiomes and climate change. *Nature Reviews Microbiology*, 18(1), 35-46. <https://doi.org/10.1038/s41579-019-0265-7>

60. Jarak, M., Mrkovački, N., Bjelić, D., Joscason, D., Hajnal-Jafari, T., Stamenov, D. (2012). Effects of plant growth promoting rhizobacteria on maize in greenhouse and field trial. *African Journal of Microbiology Research*, 6(27), 5683-5690. <https://doi.org/10.5897/AJMR12.759>

61. Jjagwe, J., Chelimo, K., Karungi, J., Komakech, A. J., Lederer, J. (2020). Comparative Performance of Organic Fertilizers in Maize (*Zea mays L.*) Growth, Yield, and Economic Results. *Agronomy*, 10(1), 69. <https://doi.org/10.3390/agronomy10010069>

62. Ju, W., Liu, L., Fang, L., Cui, Y., Duan, C., Wu, H. (2019). Impact of co-inoculation with plant-growth-promoting rhizobacteria and rhizobium on the biochemical responses of alfalfa-soil system in copper contaminated soil. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 167, 218-226. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.10.016>

63. Júnior, R. C., Guimarães, V. F., Bulegon, L. G., Suss, A. D., Bazei, G. L., Brito, T. S., Inigaki, A. M. (2019). Inoculation of maize seeds with *Azospirillum* and magnesium through foliar application to enhance productive performance. *Journal of Agricultural Science*, 11(14), 225. <https://doi.org/10.5539/jas.v11n14p225>

64. Kadhim, S. H. (2020). Growth and development for maize (*Zea mays L.*) as influenced by kinetin and EM. *Journal of advanced agricultural technologies*, 7(2), 43-46. <https://doi.org/10.18178/joaat.7.2.43-46>

65. Kassa G., Getachew G., Chowmick A. (2023). Assessing Impact of Climate Variability and Change on Maize Yield in Gamo Zone, Southern Ethiopia: A Modelling Perspective. *Research Square*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2759924/v1>
66. Kent, A. D., & Triplett, E. W. (2002). Microbial communities and their interactions in soil and rhizosphere ecosystems. *Annual Reviews in Microbiology*, 56(1), 211-236. <https://doi.org/10.1146/annurev.micro.56.012302.161120>
67. Khokhar, S. N., Khan, M. A., Afzal, A., Ahmed, R. (2006). Interaction of diazotrophs with phosphorus-solubilizing bacteria: their effect on seed germination, growth and grain-yield of maize, under rainfed conditions. *Int. J. Biol. Biotech*, 3(4), 773-777. Режим доступа: <http://surl.li/nfrnq>
68. Kiboi, M., Fliessbach, A., Muriuki, A., Ngetich, F. (2022). Data on the response of *Zea Mays L.* and soil moisture content to tillage and soil amendments in the sub-humid tropics. *Data in brief*, 43, 108381. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2022.108381>
69. Kim, Y. C., & Anderson, A. J. (2018). Rhizosphere pseudomonads as probiotics improving plant health. *Molecular plant pathology*, 19(10), 2349-2359. <https://doi.org/10.1111/mpp.12693>
70. Kimmelshue, C., Goggi, A. S., Cademartiri, R. (2019). The use of biological seed coatings based on bacteriophages and polymers against *Claviceps michiganensis* ssp. *necraskensis* in maize seeds. *Scientific reports*, 9(1), 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54068-3>
71. Kolisnyk, O. M., Butenko, A. O., Malynka, L. V., Masik, I. M., Onychko, V. I., Onychko, T. O., Kriuchko, L. V., Kobzhev, O. M. (2019). Adaptive properties of maize forms for improvement in the ecological status of fields. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9 (2), 33-37. Режим доступа: <http://surl.li/nfrnmz>
72. Kolisnyk, O. M., Kolisnyk, O. O., Vatamaniuk, O. V., Butenko, A. O., Onychko, V. I., Onychko, T. O., Dubovyk, V. I., Radchenko, M. V., Ihnatieva, O. L., Cherkasova, T. A. (2020). Analysis of strategies for combining productivity with disease and pest resistance in the genotype of base breeding lines

of maize in the system of diallele crosses. *Modern Phytomorphology*, 14, 49-55.  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.190107>

73. Kremer, R. J. (2017). Biotechnology impacts on soil and environmental services. In: *Soil Health and Intensification of Agroecosystems*. 353-375. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805317-1.00016-6>

74. Kuan, K. B., Othman, R., Abdul Rahim, K., Shamsuddin, Z. H. (2016). Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Inoculation to Enhance Vegetative Growth, Nitrogen Fixation and Nitrogen Remobilisation of Maize under Greenhouse Conditions. *PloS one*, 11(3), e0152478.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152478>

75. Kumar, A. S. (2022). Impact of COVID-19 on greenhouse gases emissions: A critical review. *Science of the total environment*, 806 (1), 150349.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150349>

76. Kumar, S. & Saxena, S. (2019). Arcuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) from Heavy Metal-Contaminated Soils: Molecular Approach and Application in Phytoremediation. In *Biofertilizers for sustainable agriculture and environment*, 489-500. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-18933-4\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-030-18933-4_22)

77. Lakshmanan, V., Selvaraj, G., Bais, H. P. (2014). Functional soil microbiome: belowground solutions to an aboveground problem. *Plant physiology*, 166(2), 689-700. <https://doi.org/10.1104/pp.114.245811>

78. LEANUM. Склад. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://surl.li/nfrmd>

79. Li, G. E., Kong, W. L., Wu, X. Q., Ma, S. B. (2021). Phytase-Producing *Rahnella aquatilis* JZ-GX1 Promotes Seed Germination and Growth in Corn (*Zea mays* L.). *Microorganisms*, 9(8), 1647.  
<https://doi.org/10.3390/microorganisms9081647>

80. Li, J., Wang, Y. K., Guo, Z., Li, J. B., Tian, C., Hua, D. W., Shi, C. D., Wang, H. Y., Han, J. C., Xu, Y. (2020). Effects of Conservation Tillage on Soil Physicochemical Properties and Crop Yield in an Arid Loess Plateau, China. *Scientific reports*, 10(1), 4716. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61650-7>

81. Li, N., Sheng, K., Zheng, Q., Hu, D., Zhang, L., Wang, J., Zhang, W. (2023). Inoculation with phosphate-solubilizing bacteria alters microbial community and activates soil phosphorus supply to promote maize growth. *Land Degradation & Development*, 34(3), 777-788. <https://doi.org/10.1002/ldr.4494>
82. Li, S., Wu, X., Liang, G., Gao, L., Wang, C., Lu, J., Abdelrhman, A. A., Song, X., Zhang, M., Zheng, F., Degré, A. (2020). Is least limiting water range a useful indicator of the impact of tillage management on maize yield? *Soil and Tillage Research*, 199, 104602. <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104602>
83. Li, W., Jia, H., Li, M., Huang, Y., Chen, W., Yin, P., Yang, Z., Chen, Q., Tian, F., Zhang, Z., Yang, X., Liu, L. (2023). Divergent selection of KNR6 maximizes grain production by balancing the flowering-time adaptation and ear size in maize. *Plant Ciotechnol.* <https://doi.org/10.1111/pbi.14050>
84. Liu, D., Zhang, X., Wang, X. (2018). Effects of different tillage patterns on soil properties, maize yield and water use efficiency in Weicei Highland, China. *The Journal of Applied Ecology*, 29(2), 573-582. <https://doi.org/10.13287/j.1001-9332.201802.023>
85. Liu, H., Macdonald, C. A., Cook, J., Anderson, I. C., Singh, B. K. (2019). An ecological loop: host microbiomes across multitrophic interactions. *Trends in ecology & evolution*, 34(12), 1118-1130. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2019.07.011>
86. Liu, Z., Cao, S., Sun, Z., Wang, H., Qu, S., Lei, N., He, J., Dong, Q. (2021). Tillage effects on soil properties and crop yield after land reclamation. *Scientific reports*, 11(1), 4611. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-84191-z>
87. Lomcardi, N., Vitale, S., Turrà, D., Reverceri, M., Fanelli, C., Vinale, F., Marra, R., Rouocco, M., Pascale, A., d'Errico, G., Woo, S. L., Lorito, M. (2018). Root exudates of stressed plants stimulate and attract *Trichoderma* soil fungi. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 31(10), 982-994. <https://doi.org/10.1094/MPMI-12-17-0310-R>



88. Lopes, T., Cruz, C., Cardoso, P., Pinto, R., Marques, P. A. A. P., Figueira, E. (2021). A Multifactorial Approach to Untangle Graphene Oxide (GO) Nanosheets Effects on Plants: Plant Growth-Promoting Bacteria Inoculation, Bacterial Survival, and Drought. *Nanomaterials*, 11(3), 771. <https://doi.org/10.3390/nano11030771>
89. Maheshwari, D. K. (Ed.). (2012). Bacteria in agrobiolgy: plant probiotics. *Springer Berlin Heidelberg*, <https://doi.org/10.1007/978-3-642-27515-9>
90. Maitra, S., Praharaj, S., Brestic, M., Sahoo, R. K., Sagar, L., Shankar, T., Palai, J. B., Sahoo, U., Sairam, M., Pramanick, B., Nath, S., Venugopalan, V. K., Skalický, M., Hossain, A. (2023). *Rhizobium* as Biotechnological Tools for Green Solutions: An Environment-Friendly Approach for Sustainable Crop Production in the Modern Era of Climate Change. *Current microbiology*, 80(7), 219. <https://doi.org/10.1007/s00284-023-03317-w>
91. Majeed, A., Muhammad, Z., & Ahmad, H. (2018). Plant growth promoting bacteria: role in soil improvement, abiotic and biotic stress management of crops. *Plant cell reports*, 37(12), 1599-1609. <https://doi.org/10.1007/s00299-018-2341-2>
92. Malgioglio, G., Rizzo, G., Nigro, S., Lefebvre du Prey, V., Herforth-Rahmé, J., Catara, V., Branca, F. (2022). Plant-Microbe interaction in sustainable agriculture: the factors that may influence the efficacy of PGPM application. *Sustainability*, 14(4), 2253. <https://doi.org/10.3390/su14042253>
93. Manching, H. C., Carlson, K., Kosowsky, S., Smitherman, C. T., Stapleton, A. E. (2017). Maize phyllosphere microbial community niche development across stages of host leaf growth. *F1000Research*, 6. <https://doi.org/10.12688/f1000research.12490.3>
94. Marag, P. S., Suman, A., Gond, S. (2018). Prospecting endophytic bacterial colonization and their potential plant growth promoting attributes in hybrid maize (*Zea mays L.*). *Int. J. Curr. Microciol. Appl. Sci*, 7, 1292-1304. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.703.154>

95. Martínez-Álvarez, J. C., Castro-Martínez, C., Sánchez-Peña, P., Gutiérrez-Dorado, R., Maldonado-Mendoza, I. E. (2016). Development of a powder formulation based on *Bacillus cereus* sensu lato strain B25 spores for biological control of *Fusarium verticillioides* in maize plants. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 32, 1-10. <https://doi.org/10.1007/s11274-015-2000-5>
96. Martínez-Hidalgo, P., Maymon, M., Pule-Meulencerg, F., Hirsch, A. M. (2019). Engineering root microbiomes for healthier crops and soils using beneficial, environmentally safe bacteria. *Canadian journal of microbiology*, 65(2), 91-104. <https://doi.org/10.1139/cjm-2018-0315>
97. Masoero, G., Ariotti, R., Giovannetti, G., Ercole, E., Cugnetto, A., Nuti, M. (2021). Connecting the use of biofertilizers on maize silage or meadows with progress in milk quality and economy. *J. Agron. Res*, 3, 26-45. <https://doi.org/10.14302/issn.2639-3166.jar-21-3782>
98. Massucato, L. R., Almeida, S. R. A., Silva, M. B., Mosela, M., Zeffa, D. M., Nogueira, A. F., de Lima Filho, R. B., Mian, S., Higashi, A. Y., Teixeira, G. M., Shimizu, G. D., Giacomini, R. M., Fendrich, R. C., Faria, M. V., Scapim, C. A., Gonçalves, L. S. A. (2022). Efficiency of Combining Strains Ag87 (*Bacillus megaterium*) and Ag94 (*Lysinibacillus* sp.) as Phosphate Solubilizers and Growth Promoters in Maize. *Microorganisms*, 10(7), 1401. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10071401>
99. Mawarda, P. C., Le Roux, X., Van Elsas, J. D., Salles, J. F. (2020). Deliberate introduction of invisible invaders: a critical appraisal of the impact of microbial inoculants on soil microbial communities. *Soil Biology and Biochemistry*, 148, 107874. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2020.107874>
100. Mazhar, T., Ali, Q., Malik, M. S. R. A. (2020). Effects of salt and drought stress on growth traits of *Zea mays* seedlings. *Life Science Journal*, 17(7), 48-54. <https://doi.org/10.7537/marslsj170720.08>
101. Mazur, V., Kolisnyk, O., Yakovets, L. (2021). Dialial analysis of the combination capacity of resistance to diseases and pests of the source selection corn

material. *Agriculture and forestry*, 2(21), 233-244. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2021-2-19>

102. Mazzola, M. (2004). Assessment and management of soil microbial community structure for disease suppression. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 42, 35-59. <https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.42.040803.140408>

103. Mello, L. D. P. S., dos Santos, A. C., dos Santos, R. M., Kandasamy, S., Lazarovits, G., Rigobelo, E. C. (2020). Application of the bacterial strains' *Ruminobacter amylophilus*, *Fibrobacter succinogenes* and *Enterococcus faecium* for growth promotion in maize and soybean plants. *Australian Journal of Crop Science*, 14(12), 2020-2027. <https://doi.org/10.21475/ajcs.20.14.12.2937.pdf>

104. Memon, S. Q., Mirjat, M. S., Mughal, A. Q., Amjad, N. (2012). Effects of different tillage and fertilizer treatments on growth and yield components of maize. *Pak. J. Agri., Agril. Engg., Vet. Sci*, 28(2), 160-176. Режим доступа: <http://surl.li/nfrlb>

105. Menendez, E., & Garcia-Fraile, P. (2017). Plant probiotic bacteria: solutions to feed the world. *AIMS microbiology*, 3(3), 502–524. <https://doi.org/10.3934/microbiol.2017.3.502>

106. Menéndez, E., & Paço, A. (2020). Is the application of plant probiotic bacterial consortia always beneficial for plants? Exploring synergies between rhizobial and non-rhizobial bacteria and their effects on agro-economically valuable crops. *Life*, 10(3), 24. <https://doi.org/10.3390/life10030024>

107. Methe, B. A., Hiltbrand, D., Roach, J., Xu, W., Gordon, S. G., Goodner, B. W., Stapleton, A. E. (2020). Functional gene categories differentiate maize leaf drought-related microbial epiphytic communities. *Plos one*, 15(9), e0237493. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237493>

108. Mileusnić, Z. I., Petrović, D. V., Đević, M. S. (2010). Comparison of tillage systems according to fuel consumption. *Energy*, 35(1), 221-228. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2009.09.012>

109. Mishchenko, Y. G., Zakharchenko, E. A., Berdin, S. I., Kharchenko, O. V., Ermantraut, E. R., Masyk, I. M., Tokman, V. S. (2019).

Herbological monitoring of efficiency of tillage practice and green manure in potato agroecosystem. *Ukrainian journal of ecology*, 9(1), 210-219. Режим доступа: <http://surl.li/nfrjo>

110. Mishchenko, Y., Kovalenko, I., Butenko, A., Danko, Y., Trotsenko, V., Masyk, I., Radchenko, M., Hlupak, Z., Stavytskyi, A. (2022). Microbiological activity of soil under the influence of post-Harvest siderates. *Journal of Ecological Engineering*, 23(4), 122-127. <https://doi.org/10.12911/22998993/146612>

111. Moitzi, G., Schueller, M., Szalay, T., Wagentristl, H., Refenner, K., Weingartmann, H., Coxberger, J., Gronauer, A. (2013). Energy Consumption and Energy Efficiency of Different Tillage Systems in the Semi-Arid Region of Austria. *Agriculture Engineering*, 4, 25-33. <https://doi.org/10.17221/615/2020-PSE>

112. Momirović, N., Dolijanović, Ž., Oljač, M. V., Videnovi, Ž. (2011). Long term effects of different tillage systems influencing yield and energy efficiency in maize (*Zea mays L.*). *Poljoprivredna tehnika*, 36(1), 97-104. <https://doi.org/10.17221/443/2010-PSE>

113. Mondal, S., Halder, S. K., Yadav, A. N., Mondal, K. C. (2020). Microbial Consortium with Multifunctional Plant Growth-Promoting Attributes: Future Perspective in Agriculture. In: Yadav, A., Rastegari, A., Yadav, N., Kour, D. (eds) *Advances in Plant Microbiome and Sustainable Agriculture. Microorganisms for Sustainability*, 20. Springer, Singapore. [https://doi.org/infozdroje.czu.cz/10.1007/978-981-15-3204-7\\_10](https://doi.org/infozdroje.czu.cz/10.1007/978-981-15-3204-7_10)

114. Moraru, P. I., Rusu, T. (2013). No-tillage and minimum tillage systems with reduced energy consumption and soil conservation in the hilly areas of Romania. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 11(2), 1227-1231. Режим доступа: <http://surl.li/nfrhq>

115. Moreno, A. D. L., Kusdra, J. F., Picazevicz, A. A. (2021). *Rhizobacteria* inoculation in maize associated with nitrogen and zinc fertilization at sowing. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 25, 96-100. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v25n2p96-100>

116. Moreno-Galván, A., Romero-Perdomo, F. A., Estrada-Bonilla, G., Meneses, C. H. S. G., Bonilla, R. R. (2020). Dry-caribbean *Bacillus spp.* strains ameliorate drought stress in maize by a strain-specific antioxidant response modulation. *Microorganisms*, 8(6), 823. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8060823>
117. Mowafy, A. M., Fawzy, M. M., Gebreil, A., Elsayed, A. (2021). Endophytic *Bacillus*, *Enterobacter*, and *Klebsiella* enhance the growth and yield of maize. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*, 71(4), 237-246. <https://doi.org/10.1080/09064710.2021.1880621>
118. Mrkovacki, N., Djalovic, I., Jockovic, D., Jarak, M., Bijelic, D. (2014). Efficiency of inoculation with *Azotobacter chroococcum* on agronomic characteristics and yield of maize and sugarbeet. In: *Book of proceedings: "Fifth International Scientific Agricultural Symposium" Agrosym*, 23-26. <https://doi.org/10.7251/AGSY1404221M>
119. Mubeen, M., Bano, A., Ali, B., Islam, Z. U., Ahmad, A., Hussain, S., Fahad, S., Nasim, W. (2021). Effect of plant growth promoting bacteria and drought on spring maize (*Zea mays L.*). *Pak. J. Cot*, 53(2), 731-739. [http://dx.doi.org/10.30848/PJC2021-2\(38\)](http://dx.doi.org/10.30848/PJC2021-2(38))
120. Mukhtar, S., Zareen, M., Khaliq, Z., Mehnaz, S., Malik, K. A. (2020). Phylogenetic analysis of halophyte-associated rhizobacteria and effect of halotolerant and halophilic phosphate-solubilizing biofertilizers on maize growth under salinity stress conditions. *Journal of applied microbiology*, 128(2), 556-573. <https://doi.org/10.1111/jam.14497>
121. Müller, T. M., Martin, T. N., Cunha, V. D. S., Munareto, J. D., Conceição, G. M., Stecca, J. D. L. (2020). Genetic bases of corn inoculated with *Azospirillum brasilense* via seed and foliar application. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 43. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v43i1.48130>
122. Munns, R., Gilliam, M. (2015). Salinity tolerance of crops—what is the cost? *New phytologist*, 208(3), 668-673. <https://doi.org/10.1111/nph.13519>

123. Naik, K., Mishra, S., Srichandan, H., Singh, P. K., Choudhary, A. (2020). Microbial formulation and growth of cereals, pulses, oilseeds and vegetable crops. *Sustain Environ Res*, 30(10). <https://doi.org/10.1186/s42834-020-00051-x>
124. Narayan, O. P., Verma, N., Jogawat, A., Dua, M., Johri, A. K. (2021). Sulfur transfer from the endophytic fungus *Serendipita indica* improves maize growth and requires the sulfate transporter. *The Plant Cell*, 33(4), 1268-1285. <https://doi.org/10.1093/plcell/koab006>
125. Naveed, M., Mitter, B., Yousaf, S., Pastar, M., Afzal, M., Sessitsch, A. (2014). The endophyte *Enterobacter sp.* FD17: a maize growth enhancer selected based on rigorous testing of plant beneficial traits and colonization characteristics. *Biology and fertility of soils*, 50, 249-262. <https://doi.org/10.1007/s00374-013-0854-y>
126. Niu, B., Wang, W., Yuan, Z., Sederoff, R. R., Sederoff, H., Chiang, V. L., Borriss, R. (2020). Microbial interactions within multiple-strain biological control agents impact soil-borne plant disease. *Frontiers in Microbiology*, 11, 585404. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.585404>
127. Novinscak, A., & Filion, M. (2019). Persistence of *Pseudomonas fluorescens* LBUM677 in the rhizosphere of corn grown well (*Buglossoides arvensis*) under field conditions and its impact on seed oil and stearidonic acid bioaccumulation. *Journal of applied microbiology*, 127(1), 208–218. <https://doi.org/10.1111/jam.14283>
128. Obelenwa, U. C., & Ugwuanyi, J. O. (2022). Development of Bacteria biofertilizers using locally isolated rhizosphere populations and agricultural refuse and their impacts on growth of local test crops. *International journal of phytoremediation*, 1–11. <https://doi.org/10.1080/15226514.2022.2145265>
129. Orzech, K., Wanic, M., Załuski, D. (2021). The Effects of Soil Compaction and Different Tillage Systems on the Bulk Density and Moisture Content of Soil and the Yields of Winter Oilseed Rape and Cereals. *Agriculture*, 11(7), 666. <https://doi.org/10.3390/agriculture11070666>

130. Otlewska, A., Migliore, M., Dybka-Stępień, K., Manfredini, A., Struszczyk-Świta, K., Napoli, R., Białkowska, A., Canfora L., Pinzari, F. (2020). When salt meddles between plant, soil, and microorganisms. *Frontiers in plant science*, 1429. <http://doi.org/10.3389/fpls.2020.553087>
131. Pandey, P., Bisht, S., Sood, A., Aeron, A., Sharma, G. D., Maheshwari, D. K. (2012). Consortium of plant-growth-promoting bacteria: future perspective in agriculture. In: *Bacteria in agrobiolgy: plant probiotics*, 185-200. [http://doi.org/10.1007/978-3-642-27515-9\\_10](http://doi.org/10.1007/978-3-642-27515-9_10)
132. Pereira, J. F., Oliveira, A. L. M., Sartori, D., Yamashita, F., Mali, S. (2023). Perspectives on the Use of Biopolymeric Matrices as Carriers for Plant-Growth Promoting Bacteria in Agricultural Systems. *Microorganisms*, 11(2), 467. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11020467>
133. Pervaiz, Z. H., Iqbal, J., Zhang, Q., Chen, D., Wei, H., & Saleem, M. (2020). Continuous cropping alters multiple biotic and abiotic indicators of soil health. *Soil Systems*, 4(4), 59. <https://doi.org/10.3390/soilsystems4040059>
134. Radchenko, M. V., Trotsenko, V. I., Butenko, A. O., Masyk, I. M., Hlupak, Z. I., Pshychenko, O. I., Terokhina N. O., Rozhko V. M., Karpenko, O. Y. (2022). Adaptation of various maize hybrids when grown for biomass. *Agronomy Research* 20(2), 404–413. <https://doi.org/10.15159/ar.22.028>
135. Rajper, A. M. (2015). Assessing the role of probiotics for the enhancement of soil quality under cover crops. (Doctoral dissertation) University of Missouri-Columbia. Режим доступа: <https://hdl.handle.net/10355/50186>
136. Ramos, Y., Taibo, A. D., Jiménez, J. A., Portal, O. (2020). Endophytic establishment of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in maize plants and its effect against *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. *Egypt J Biol Pest Control*, 30 (20). <https://doi.org/10.1186/s41938-020-00223-2>
137. Regulation (EU) 2019/1009 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 laying down rules on the making available on the market of EU fertilising products and amending Regulations (EC) No 1069/2009 and (EC) No

1107/2009 and repealing Regulation (EC) No 2003/2003. (2019). *Official Journal of the European Union*, 62, 1-115. <http://data.europa.eu/eli/reg/2019/1009/oj>

138. Reichert, J. M., da Silva, V. R., Awe, G. O., Wendroth, O. O., Srinivasan, R. (2020). Defining tillage need for edible bean production under no-tillage: Classical and time series analyses. *Soil and Tillage Research*, 202, 104671. <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104671>

139. Ribeiro, V. P., Gomes, E. A., de Sousa, S. M., de Paula Lana, U. G., Coelho, A. M., Marriel, I. E., de Oliveira-Paiva, C. A. (2022). Co-inoculation with tropical strains of *Azospirillum* and *Bacillus* is more efficient than single inoculation for improving plant growth and nutrient uptake in maize. *Archives of microbiology*, 204(2), 143. <https://doi.org/10.1007/s00203-022-02759-3>

140. Riseh, S. R., Fathi, F., Eskandari, M. M. (2018). The effect of some probiotic bacteria in induction of drought tolerance in cucumber plants. *Advanced Research in Microbial Metabolites & Technology*, 1(2), 113-127. <https://doi.org/10.22104/ARMMT.2019.861>

141. Rusu, T. (2014). Energy efficiency and soil conservation in conventional, minimum tillage and no-tillage. *International Soil and Water Conservation Research*, 2(4), 42-49. [https://doi.org/10.1016/S2095-6339\(15\)30057-5](https://doi.org/10.1016/S2095-6339(15)30057-5)

142. Sah, R. P., Chakracorty, M., Prasad, K., Pandit, M., Tudu, V. K., Chakravarty, M. K., Narayan, S. C., Rana, M., Moharana, D. (2020). Impact of water deficit stress in maize: Phenology and yield components. *Scientific reports*, 10(1), 2944. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59689-7>

143. Santoyo, G., Gamalero, E., & Glick, B. R. (2021). Mycorrhizal-bacterial amelioration of plant abiotic and biotic stress. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 672881. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.672881>

144. Savchuk, M., Lisovyi, M., Taran, O., Chechenieva, T., Staroduc, M. (2018). Influence of presowing treatment with nanocomposites upon photosynthetic apparatus of hybrid of corn. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 5(782), 32-35. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201805-05>



145. Schmidt, J. E., Bowles, T. M., Gaudin, A. C. M. (2016). Using Ancient Traits to Convert Soil Health into Crop Yield: Impact of Selection on Maize Root and Rhizosphere Function. *Front. Plant Sci.* 7, 373. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00373>
146. Shaharouna, B., Arshad, M., Zahir, Z. (2006). Effect of plant growth promoting rhizobacteria containing ACC-deaminase on maize (*Zea mays L.*) growth under axenic conditions and on nodulation in mung bean (*Vigna radiata L.*). *Letters in Applied Microbiology*, 42, 155-159. <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2005.01827.x>
147. Sharma, V., Salwan, R., Sharma, P. N. (2017). The comparative mechanistic aspects of Trichoderma and probiotics: scope for future research. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 100, 84-96. <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2017.07.005>
148. Shen, Y., Zhang, T., Cui, J., Chen, S., Han, H., Ning, T. (2021). Subsoiling increases aggregate-associated organic carbon, dry matter, and maize yield on the North China Plain. *PeerJ*, 9, e11099. <https://doi.org/10.7717/peerj.11099>
149. Silva, P. S. T., Cassiolato, A. M. R., Galindo, F. S., Jalal, A., Nogueira, T. A. R., Oliveira, C. E. D. S., Filho, M. C. M. T. (2022). *Azospirillum brasilense* and Zinc Rates Effect on Fungal Root Colonization and Yield of Wheat-Maize in Tropical Savannah Conditions. *Plants*, 11(22), 3154. <https://doi.org/10.3390/plants11223154>
150. Simić, M., Dragičević, V., Mladenović Drinić, S., Vukadinović, J., Kresović, C., Tacaković, M., Crankov, M. (2020). The contribution of soil tillage and nitrogen rate to the quality of maize grain. *Agronomy*, 10(7), 976. <https://doi.org/10.3390/agronomy10070976>
151. Simić, M., Dragičević, V., Mladenović Drinić, S., Vukadinović, J., Kresović, B., Tabaković, M., Brankov, M. (2020). The contribution of soil tillage and nitrogen rate to the quality of maize grain. *Agronomy*, 10(7), 976. <https://doi.org/10.3390/agronomy10070976>

152. Singh, D., Raina, T. K., Kumar, A., Singh, J., Prasad, R. (2019). Plant microbiome: A reservoir of novel genes and metacolites. *Plant Gene*. 18, 100177. <https://doi.org/10.1016/j.plgene.2019.100177>
153. Skrzypczak, D., Trzaska, K., Mikula, K., Gil, F., Izydorczyk, G., Mironiuk, M., Polomska, X., Moustakas, K., Witek-Krowiak, A., Chojnacka, K. (2023). Conversion of anaerobic digestates from biogas plants: Laboratory fertilizer formulation, scale-up and demonstration of applicative properties on plants. *Renewable Energy*, 203, 506-517. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.12.080>
154. Song, Y., Liu, J., Chen, F. (2020). *Azotobacter chroococcum* inoculation can improve plant growth and resistance of maize to armyworm, *Mythimna separata* even under reduced nitrogen fertilizer application. *Pest management science*, 76(12), 4131–4140. <https://doi.org/10.1002/ps.5969>
155. Spence, C., Alff, E., Shantharaj, D., Bais, H. (2012). Probiotics for Plants: Importance of Rhizobacteria on Aboveground Fitness in Plants. In: *Bacteria in Agrobiolgy: Plant Probiotics*, Springer, Singapore, 1-14. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-27515-9\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-27515-9_1)
156. Stępień-Warda, A. (2020). Effect of soil cultivation system on the efficiency of the photosynthetic apparatus in maize leaves (*Zea mays L.*). *Polish Journal of Agronomy*, 43, 57-62. <https://doi.org/10.26114/pja.iung.445.2020.43.05>
157. Sun, J., Gao, J., Wang, Z., Hu, S., Zhang, F., Cao, H., Fan, Y. (2018). Maize canopy photosynthetic efficiency, plant growth, and yield responses to tillage depth. *Agronomy*, 9(1), 3. <https://doi.org/10.3390/agronomy9010003>
158. Teotia, P., Kumar, M., Prasad, R., Sharma, S., Kumar, V. (2017). Endophytic Probiotics and plant health: toward a balanced accost. In *Probiotics and Plant Health*, Springer, Singapore, 383-399. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-3473-2\\_17](https://doi.org/10.1007/978-981-10-3473-2_17)
159. Tiwari, Y. K., & Yadav, S. K. (2019). High temperature stress tolerance in maize (*Zea mays L.*): Physiological and molecular mechanisms. *Journal of Plant Ciology*, 62, 93-102. <https://doi.org/10.1007/s12374-018-0350-x>

160. Todorova, N., & Stratieva, S. (2008). Effect of Irrigation, Fertilization, Soil Tillage and Some Other Factors on Maize Yield. *Proceeding of BALWOIS 2008 Conference on Water Observation and Information System for Decision Support. Ohrid, Republic of Macedonia*, 88-89. Режим доступа: [https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/divers16-09/010048592.pdf](https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers16-09/010048592.pdf)
161. Tsachidou, B., Scheuren, M., Gennen, J., Debbaut, V., Toussaint, B., Hissler, C., George, I., Delfosse, P. (2019). Biogas residues in substitution for chemical fertilizers: A comparative study on a grassland in the Walloon Region. *Science of the total environment*, 666, 212-225. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.238>
162. Vassilev, N., Vassileva, M., Martos, V., Garcia del Moral, L. F., Kowalska, J., Tylkowski, B., Malusá, E. (2020). Formulation of microbial inoculants by encapsulation in natural polysaccharides: focus on beneficial properties of carrier additives and derivatives. *Frontiers in plant science*, 11, 270. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01068>
163. Videnović, Ž., Simić, M., Srdić, J., Dumanović, Z. (2011). Long term effects of different soil tillage systems on maize (*Zea mays L.*) yields. *Plant, Soil and Environment*, 57(4), 186-192. <https://doi.org/10.17221/443/2010-PSE>
164. Vidotti, M. S., Matias, F. I., Alves, F. C., Pérez-Rodríguez, P., Beltran, G. A., Burgueño, J., Crossa, J., Fritsche-Neto, R. (2019). Maize responsiveness to *Azospirillum brasilense*: Insights into genetic control, heterosis and genomic prediction. *PloS one*, 14(6), e0217571. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217571>
165. VITAMIN O7. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://surl.li/nfras>
166. von Felten, A. (2010). The role of *Pseudomonas fluorescens* in the promotion of maize growth and health within a microbial consortium containing *Azospirillum spp.* and *Glomus spp.*: molecular tools to monitor *P. fluorescens* inoculants and the impact on native fluorescent pseudomo: molecular tools to

monitor *P. fluorescens* inoculants and the impact on native fluorescent pseudomonads and mycotoxigenic fungi (Doctoral dissertation, ETH Zurich).

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-006245281>

167. Walker, R., Otto-Pille, C., Gupta, S., Schillaci, M., Roessner, U. (2020) Current perspectives and applications in plant probiotics. *Microbiology Australia*, 41, 95-99. <https://doi.org/10.1071/MA20024>

168. Wang, J., Li, G., Yan, L. J., Liu, Q., Nie, Z. G. (2023). Variation characteristics of climatic potential yield and resources utilization efficiency of maize under the background of climate change in agro-pastoral transitional zone of Gansu, China. *Ying Yong Sheng tai xue bao = The Journal of Applied Ecology*, 34 (1). 160-168. <https://doi.org/10.13287/j.1001-9332.202301.023>

169. Wang, X., Zhou, B., Sun, X., Yue, Y., Ma, W., Zhao, M. (2015). Soil Tillage Management Affects Maize Grain Yield by Regulating Spatial Distribution Coordination of Roots, Soil Moisture and Nitrogen Status. *PloS one*, 10(6), e0129231. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129231>

170. Wellburn, A. R. (1994). The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *Journal of plant physiology*, 144(3), 307-313. [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(11\)81192-2](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(11)81192-2)

171. Wolmarans, K. (2013). The effect of glyphosate and glyphosate-resistant maize and soyabeans on soil micro-organisms and the incidence of disease (Doctoral dissertation, University of the Free State). Режим доступа: <https://scholar.ufs.ac.za/handle/11660/1987>

172. Woo, S. L., & Pepe, O. (2018). Microbial consortia: promising probiotics as plant biostimulants for sustainable agriculture. *Frontiers in plant science*, 9, 1801. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01801>

173. Yadav, G., Vishwakarma, K., Sharma, S., Kumar, V., Upadhyay, N., Kumar, N., Verma, R. K., Mishra, R., Tripathi, D. K., Upadhyay, R. G. (2017). Emerging Significance of Rhizospheric Prociotics and Its Impact on Plant Health: Current Perspective Towards Sustainable Agriculture. In: Kumar V., Kumar M.,

Sharma S., Prasad R. (eds) *Probiotics and Plant Health*. Springer, Singapore.  
[https://doi.org/10.1007/978-981-10-3473-2\\_10](https://doi.org/10.1007/978-981-10-3473-2_10)

174. Yan, N., Marschner, P., Cao, W., Zuo, C., Qin, W. (2015). Influence of salinity and water content on soil microorganisms. *International Soil and Water Conservation Research*, 3(4), 316-323. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2015.11.003>

175. Yang, T., Lupwayi, N., Marc, S., Siddique, K., & Bainard, L. (2021). Anthropogenic drivers of soil microbial communities and impacts on soil biological functions in agroecosystems. *Global Ecology and Conservation*, 27, e01521. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01521>

176. Yaseen, R., Hegab, R., Kenaway, M., Eissa, D. (2020). Effect of super absorbent polymer and bio fertilization on Maize productivity and soil fertility under drought stress conditions. *Egyptian Journal of Soil Science*, 60(4), 377-395. <https://doi.org/10.21608/ejss.2020.35386.1372>

177. Yin, W., Chai, Q., Guo, Y., Fan, H., Fan, Z., Hu, F., Zhao, C., Yu, A., Coulter, J. A. (2021). No Tillage with Plastic Re-mulching Maintains High Maize Productivity via Regulating Hydrothermal Effects in an Arid Region. *Frontiers in plant science*, 12, 649684. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.649684>

178. Young, L. S., Hameed, A., Peng, S. Y., Shan, Y. H., Wu, S. P. (2013). Endophytic establishment of the soil isolate Burkholderia sp. CC-A174 enhances growth and P-utilization rate in maize (*Zea mays* L.). *Applied Soil Ecology*, 66, 40-47. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2013.02.001>

179. Youseif, S. H. (2018). Genetic diversity of plant growth promoting rhizobacteria and their effects on the growth of maize plants under greenhouse conditionsю *Annals of Agricultural Sciences*, 63(1), 25-35. <https://doi.org/10.1016/j.aoas.2018.04.002>.

180. Yu, P., Hochholdinger, F. (2018). The role of host genetic signatures on root–microbe interactions in the rhizosphere and endosphere. *Frontiers in plant science*, 9, 1896. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01896>

181. Zakharchenko, E., Datsko, O., Mishchenko, Y., Melnyk, A., Kriuchko, L., Rieznik, S., Hotvianska, A. (2023). Efficiency of biofertilizers when

growing corn for grain. *Modern Phytomorphology*, 17, 50-56.  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.2023-17-200117>

182. Zakharchenko, E., Datsko, O., Shevchenko, M., Kalnaguz, A. (2021). Cellulose-destroying bacteria's activity of chernozem soils by different methods of tillage and Leanum usage. *Book of abstracts 2nd International multidisciplinary conference for young researchers «Sustainable Development Trends and Challenges under COVID-19»*, 26-27. Режим доступу: <http://surl.li/nfrieb>

183. Zhatova, G. A., & Trotsenko, V. I. (2016). Dynamics of sunflower rhizosphere microbiota. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(1), 22–29.  
<http://dx.doi.org/10.15421/201702>

184. Zhatova, H. O., & Trotsenko, V. I. (2018). The structure of micromycetes communities in crop rotations with sunflower. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(1), 859-864. [https://doi.org/10.15421/2017\\_285](https://doi.org/10.15421/2017_285)

185. Басанець, О. (2020). Вирощування кукурудзи: повна технологія Суперагроном. Електронний ресурс. Режим доступу: <http://surl.li/nfrepo>

186. Бегей, С. С., & Карасевич, Н. В. (2021). Вплив основного обробітку ґрунту на його щільність та вологість у посівах жита озимого на схилових землях передкарпаття. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*, 70(1), 34-48. [https://doi.org/10.32636/01308521.2021-\(70\)-1](https://doi.org/10.32636/01308521.2021-(70)-1)

187. Бутенко, А. О., Гунін, С. І., Омельченко, О. П., Філоненко, А. А., Підлужний, Т. Е. (2022). Реалізація продуктивного потенціалу кукурудзи на зерно за рахунок оптимізації системи удобрення. *The 12th International scientific and practical conference “Current challenges, trends and transformations” (December 13-16) Boston, USA. International Science Group*, 20. <https://doi.org.10.46299/isg.2022.2.12>

188. Виклюк, М. Я. І., Кундицький, О. О., Гарасим, П. М. (2022). Інструментарій підтримки відтворювальних процесів у сільському господарстві України в умовах війни. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*, 35, 56-62. <https://doi.org/10.32782/easterneurope.35-8>

189. Вишневецька, О. (2022). Сучасні тренди техніко-технологічних інновацій в сільському господарстві. *Collection of scientific papers «SCIENTIA»*, (April 22, 2022; Chicago, USA), 10-12. Режим доступу: <https://previous.scientia.report/index.php/archive/article/view/83>
190. Вольвач, В. О., Толмачова, А. В., Колосовська, В. В. (2020). Методичні вказівки до лабораторних робіт з навчальної дисципліни "Біологія" на тему: «Морфологія та анатомія рослин. Частина 1. Корінь, стебло, квітка» для бакалаврів денної та заочної форм навчання. ОДЕКУ. Режим доступу: <http://surl.li/nfrvy>
191. Гавриш, С. Л. (2016). Ефективність інокуляції обрушеного насіння еспарцету. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агронія і біологія*, (2), 120-124. Режим доступу: <http://surl.li/nfrto>
192. Гангур, В. В., & Сахацька, В. М. (2019). Мікробіологічна активність ґрунту за різних способів обробітку. *Scientific Progress & Innovations*, 4, 13-19. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.04.01>
193. Гармоніум. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://lidea-seeds.com.ua/products/harmonium>
194. Гепенко, О. В. (2013). Целюлозолітична активність ґрунту в різних короткоротаційних сівозмінах. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені ВВ Докучаєва. Серія: Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів*, (1), 176-180. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnau\\_grunt\\_2013\\_1\\_40](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnau_grunt_2013_1_40)
195. Говенько, Р. В. (2023). Дисертація на здобуття рівня доктора філософії на тему «Продуктивність кукурудзи залежно від удобрення в умовах Лівобережного Лісостепу України». Режим доступу: [https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u145/dis\\_govenko.pdf](https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u145/dis_govenko.pdf)
196. Господаренко, Г., Прокопчук, І., Бойко, В. (2021). Урожайність і якість зерна кукурудзи за різного удобрення в польовій сівозміні. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агронія*, (1), 141-145. <https://doi.org/10.31734/agronomy2021.01.141>

197. Господаренко, Г., Черно, О., Чередник, А. (2019). Значення органічних добрив у системі удобрення культур польової сівозміни. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агронія*, (23), 184-190. <https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.184>
198. Грицаєнко, З. М., Грицаєнко, А. О., Карпенко, В. П. (2003). *Методи біологічних та агрономічних досліджень рослин та ґрунтів*. Київ, ЗАТ «Нічлава», 320. Режим доступу: <http://lib.udau.edu.ua/handle/123456789/1547>
199. Дацько, О. М. (2021). Рослинні пробіотики: вплив на рослини в умовах стресу. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агронія і біологія*, 43(1), 10-18. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.1.2>
200. ДСТУ Б В.2.1-17:2009. (2010). *Ґрунти. Методи лабораторного визначення фізичних властивостей*. Київ, 32.
201. Експорт з України зернових, зернобобових та борошна. (2023). Електронний ресурс. Режим доступу: <https://minagro.gov.ua/investoram/monitoring-stanu-apk/eksport-z-ukrayini-zernovih-zernobobovih-ta-boroshna>
202. Єремко, Л. С., & Брідня, Є. О. (2020). Вплив забезпеченості рослин елементами мінерального живлення на урожайність насіння ячменю ярого. *Матеріали ІХ науково-практичної інтернет – конференції «Актуальні питання та проблематика в технологіях вирощування продукції рослинництва»*, 74-76. Режим доступу: <http://surl.li/nfrww>
203. Єщенко, В. О., Копитко, П. Г., Опришко, В. П., Костогриз, П. В. (2005). *Основи наукових досліджень в агрономії: підручник за ред. Єщенко, В. О.* Київ: Дія, 226-229.
204. Жатова, Г., Бондарєва, Л., Коплик, Я. (2019). Особливості ризосферної мікробіоти лікарських рослин. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агронія і біологія*, 4(38), 61-65. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2019.4.9>
205. Жмура, О., & Андрієнко, О. (2020) *Удобрення гібридів кукурудзи. Матеріали І Міжнародної студентської науково-практичної*



інтернет- конференції «Сучасні технології агропромислового виробництва». 70-72. Режим доступу: <https://www.kntu.kr.ua/doc/science/zahody/zdob/2020/13-tez.pdf>

206. Заболотна, А. В., Заболотний, О. І., Розборська, Л. В., Жиляк, І. Д., Даценко, А. А. (2022). Вміст пігментів і чиста продуктивність фотосинтезу кукурудзи за використання регуляторів росту рослин. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агронія і біологія*, 46(4), 9-15. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.4.2>

207. Захарченко, Е. А. (2019). Ефективність застосування цинку при вирощуванні кукурудзи на зерно. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агронія і біологія»*, 4, 8-14. <https://doi.org/10.32845/agrocio.2019.4.2>

208. Захарченко, Е. А., & Мартиненко, В. М. (2017). Проблема зниження вмісту мікроелементів у ґрунтах Сумської області. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Гончарівські читання», присвяченої 88-річчю з дня народження доктора сільськогосподарських наук професора Миколи Дем'яновича Гончарова (25–26 травня), Суми, 62–64. Режим доступу: <http://repo.snau.edu.ua/handle/123456789/4657>

209. Казюта, А. О. (2015). Целюлозоруйнівна активність чорнозему типового. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені ВВ Докучаєва. Серія: Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів*, (2), 159-169. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnau\\_grunt\\_2015\\_2\\_22](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnau_grunt_2015_2_22)

210. Каленська, С. М., Новицька, Н. В., Барзо, І. Т. (2014). Економічна ефективність вирощування нуту в умовах правобережного Лісостепу України. *Молодий вчений*, 10(13), 18-20. Режим доступу: <http://surl.li/nfsaj>

211. Класифікація Кеппена. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.fao.org/3/ac632e/AC632E03.htm>

212. Коваленко, І. М., Масик, І. М. (2018). Вплив технології вирощування кукурудзи на зерно на урожайність та економічну ефективність

в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник. Серія: «Сільськогосподарські науки»*, 99, 67–76. Режим доступу: <http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/issue-99-2018>

213. Коваленко, О. (2022). Вплив біодеструктора стерні екостерн на мікробіологічні показники ґрунту за різного обробку. *Grail of Science* (20), 72-75. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.30.09.2022.011>

214. Ковальчук, Н. С., & Колесник, Т. М. (2016). Зміни целюлозолітичної активності дерново-слабопідзолистого ґрунту під впливом мікробіологічних біопрепаратів. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Сер. «Сільськогосподарські науки»*, (1), 30-38. Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/4572>

215. Колесник, Т. М., & Швець, М. М. (2023). Формування балансу елементів живлення в ґрунті за вирощування кукурудзи на зерно. Ґрунти, сталий розвиток та українське ґрунтознавство. *Матеріали міжнародної наукової конференції, присвяченої 120-річчю від Дня Народження Григорія Андрущенка. 24-26 квітня*. 136-138. Режим доступу: <http://surl.li/nfscz>

216. Котенко, С. С. (2017). Обґрунтування доцільності використання інокуляції ґрунту мікроорганізмами в органічному землеробстві. *Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Овочівництво і багтанництво: історичні аспекти, сучасний стан, проблеми і перспективи розвитку»*, 13-14 березня, 1, 144-156. Режим доступу: <https://www.twirpx.link/file/2266655/>

217. Кравченко, З. П., & Адаменко, Т. І. (2012). Агрокліматичний довідник по Сумській області. Довідкове видання. *Кам'янець-Подільський: Друкарня Рута*, 176.

218. Кравченко, Н. В., Адамчик, Є. В., Протасов, О. М. (2023). Економічна оцінка використання карбамідно-аміачної суміші з міжрядним обробітком. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*, 51(1), 72-78. <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.1.9>

219. Крестьянінов, Є. В., Єрмакова, Л. М., Антал, Т. В. (2019). Формування врожаю та якості зерна кукурудзи залежно від фону та позакореневого підживлення посівів в умовах Лівобережного Лісостепу. *Науковий журнал «Рослинництво та ґрунтознавство»*, 10(1), 18-26. <https://doi.org/10.31548/agr2019.01.018>
220. Купчик, В. І., Іваніна, В. В., Нестеров, Г. І., Тонха, О. Л., Лі, М., Метью, Г. (2007). *Ґрунти України: властивості, генезис, менеджмент родючості: навчальний посічник*, К.: Кондор, 414.
221. Кучер, Г. А., Кочик, Г. М., Мельничук, А. О., Бондар, Л. А. (2022). Адаптивні системи удобрення кукурудзи на осушуваному дерново-підзолистому ґрунті в умовах зони Полісся. *The 7<sup>th</sup> International scientific and practical conference - Topical issues of modern science, society and education (January 29-31), Kharkiv, Ukraine*, 51. Режим доступу: <http://surl.li/nfsgk>
222. Лень, О. І., Тоцький, В. М., Гангур, В. В., Єремко, Л. С. (2021). Вплив системи удобрення та основного обробітку ґрунту на продуктивність гібридів кукурудзи. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, (2), 52-58. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.06>
223. Літвінова, О. А., & Літвінов, Д. В. (2022). Вплив систематичного удобрення на продуктивність кукурудзи на зерно. *Агрохімічні ресурси та управління біопродуктивністю агроландшафтів: Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції 11-13 жовтня 2022 року*, 40-44. Режим доступу: <http://surl.li/nfshv>
224. Мазур, В. А., Циганська, О. І., Шевченко, Н. В. (2018). Висота рослин кукурудзи залежно від технологічних прийомів вирощування. *Сільське господарство та лісівництво*, 8, 5-13. Режим доступу: <http://surl.li/nfsil>
225. Малиновська, І., & Борко, Ю. (2021). Вплив агротехнічних заходів на активність хлорофілу рослинної сої. *Вісник аграрної науки*, 2(815), 19-25. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202102-03>

226. Малюта, С. І. (2019). Шнековий протруювач насіння. Патент України № 132743. Міністерство економічного розвитку і торгівлі України. <https://sis.ukrpatent.org/uk/search/detail/1281699>
227. Манушкіна, Т. М., Дробітько, А. В., Качанова, Т. В., Геращенко, О. А. Екологічні особливості технології No-till в умовах Південного Степу України. *Вісник аграрної науки причорномор'я*, (4), 47-53. [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2020-4\(108\)](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2020-4(108))
228. Масик, І. М., & Захарченко, Е. А. (2017). Продуктивність та економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно за різних систем основного обробітку ґрунту в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія: Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів*, (1), 146-154. Режим доступу: <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/18550>
229. Масик, І. М., Коплик, Т. С., Рогіз, О. Є., Попко, В. П., Надольний, Р. Г. (2021). Деякі технологічні аспекти вирощування кукурудзи на зерно в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Education and science of today: intersectoral issues and development of sciences*. 2, 16–18. <https://doi.org/10.36074/logos-19.03.2021.v2.03>
230. Маслійов, С. В., Маслійов, Є. С., Циганкова, Н. А., Рудаков, В. С. (2020). Ріст, розвиток і врожайність цукрової кукурудзи залежно від видів основного обробітку ґрунту. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, 4, 53-60. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.06>
231. Матвійчук, Б. В., & Матвійчук, Н. Г. (2018). Біологічна активність ясно-сірого лісового ґрунту за різних систем удобрення картоплі. *Землеробство*, 1, 15-20. Режим доступу: <http://eprints.zu.edu.ua/34455/1/Matvijchuk.pdf>
232. Міщай, С. Г., Пономаренко, О. О., Несін, І. В., Шарубіна, О. В., Кохан, О. М., Медвідь, С. І. (2018). Вплив способів обробітку ґрунту на ріст і розвиток гібридів кукурудзи на силос. *Охорона ґрунтів*, 62-68.

233. Найдьонова, О. Є. (2019). Поєднане застосування біопрепаратів удобрювальної та захисної дії в органічному землеробстві. *«Біологічно активні препарати в рослинництві. Наукове обґрунтування – рекомендації - практичні результати.» Матеріали XV Міжнародної науково-практичної конференції, Київ, 25-29 червня, 70-73.* Режим доступу: <http://surl.li/nfsnk>

234. Новіков Г. В. (2017). Протруювач насіння. Патент України № 116628. Міністерство економічного розвитку і торгівлі України. <https://uapatents.com/4-116628-protruyuvach-nasinnya.html>

235. Паламарчук, В. Д. (2019). Вплив позакореневих підживлень на вміст хлорофілу у гібридів кукурудзи різних груп стиглості. *Сільське господарство та лісівництво: зб. наук. пр. ВНАУ*, 14, 43-53. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2019-3>

236. Паламарчук, В. Д., & Соломон, А. М. (2021). Дослідження формування площі асиміляційної поверхні у кукурудзи залежно від позакореневих підживлень. *Корми і кормовиробництво*, 92, 82-94. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202192-08>

237. Палапа, Н. В., Дем'янюк, О. С., Нагорнюк, О. М. (2022). Продовольча безпека України: стан та актуальні питання сьогодення. *Агроекологічний журнал*, (2), 34-45. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2022.263314>

238. Парфенюк, А. І., Косовська, Н. А., Бородай, В. В., Туровнік, Ю. А. (2022). Кореневі екзометаболіти, як екологічний чинник у взаємодії культурних рослин з ґрунтовими мікроорганізмами. *Агроекологічний журнал*, 3, 62-74. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2022.266410>

239. Рибалова, О. В., Ільїнський, О. В., Чорнс, К. Є. (2022). Компостування органічних відходів. *The 3rd International scientific and practical conference "Science and innovation of modern world" (November 24-26) Cognitum Puclishing House, London, United Kingdom*, 254-262. Режим доступу: <http://surl.li/nfsqu>

240. Рудавська, Н. М., & Глива, В. В. (2018). Формування продуктивності гібридів кукурудзи в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*, 64, 120-132. [https://www.doi.org/10.32636/01308521.2018-\(64\)-10](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2018-(64)-10)

241. Сендецький, В. М. (2019). Урожайність та якісні показники зерна кукурудзи за сумісного застосування соломи та сидератів. *Таврійський науковий вісник. Серія «Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво»*, 105, 147-154. Режим доступу: <http://surl.li/nfsrm>

242. Сільське господарство України: Статистичний збірник (2021). за ред. О. М. Прокопенко. К.: Держстат України. Режим доступу: <http://surl.li/nfssg>

243. Сільське господарство України: Статистичний збірник (2022а). за ред. О. М. Прокопенко. К.: Держстат України. Режим доступу: <http://surl.li/nfstd>

244. Стригун, О., & Ляска, Ю. Оцінювання стійкості гібридів кукурудзи проти стеблового кукурудзяного метелика (*Ostrinia nubilalis hcn.*). *Наукові доповіді НУБіП України*, 3(85). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2020.03.006>

245. Танчик, С. П., & Миколенко, Я. О. (2017). Вплив систем основного обробітку ґрунту на вміст доступної вологи та продуктивність кукурудзи в Правобережному Лісостепу. *Вісник аграрної науки*, 95(4), 12-16. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201704-02>

246. Тараненко, С. В., Чайка, Т. О., Тюпка, Я. М. (2019). Агроекономічна ефективність різних способів основного обробітку ґрунту на посівах кукурудзи. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, (4), 66-72. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.04.08>

247. Тваринництво України: Статистичний збірник (2022b). за ред. О. М. Прокопенко. К.: Держстат України. Режим доступу: [https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2023/zb/05/zb\\_tv\\_2022.pdf](https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/05/zb_tv_2022.pdf)

248. Теличко, Л. П. (2020). Вплив біологічних препаратів захисту рослин на фітопродуктивність рослин кукурудзи цукрової відповідно до біологічних особливостей сорту. *Збалансоване природокористування*, (2), 134-140. <https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2020.208826>
249. Токмакова, Л., & Шевченко, Л. (2023). Антагоністична активність целюлозолітичних бактерій - деструкторів органічної речовини щодо фітопатогенних мікроміцетів. *Вісник аграрної науки*, 101(6), 18-24. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202306-02>
250. Томашук, О. В. (2019). Економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи на зерно за різних технологій обробітку ґрунту. *Корми і кормовиробництво*, 87, 144-150. Режим доступу: [http://fri.vin.ua/download\\_materials/catalogues/87.pdf](http://fri.vin.ua/download_materials/catalogues/87.pdf)
251. Тоцький, В. М., & Лень, О. І. (2020). Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від системи удобрення та основного обробітку ґрунту. *Селекція і насінництво*, 117, 199-205. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2020.207173>
252. Український гідрометеорологічний центр. Електронний ресурс. Режим доступу: [https://meteo.gov.ua/ua/33275/climate/climate\\_stations/12/2/](https://meteo.gov.ua/ua/33275/climate/climate_stations/12/2/)
253. Хемінгуей. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://lidea-seeds.com.ua/products/es-kheminhuey>
254. Яцука І. П. (2015). Періодична доповідь «Про стан ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення України». К. : ТОВ «Вік принт», 2015. 120 с.
255. Ященко В. А., & Козелець, Н. М. (2021). Формування продуктивності ячменю звичайного ярого залежно від інокуляції насіння біопрепаратом та позакореневих підживлень в Степу України. *Agrology*, 4(4), 180-186. <https://doi.org/10.32819/021021>

## **ДОДАТКИ**



## Додаток А.1

**Результати статистичної обробки. Висота Гармоніуму залежно від застосування удобрювальних продуктів та обробітку ґрунту.**

Ефект	Уровень Фактор	Уровень Фактор	N	Висота, см Среднее	Висота, см Ст.откл.	Висота, см Стд.ош.
Всього			3240	248,8809	35,91104	0,630893
Удобрювальний продукт	V		360	237,8658	42,85733	2,258779
Удобрювальний продукт	L		360	238,8777	46,78629	2,465854
Удобрювальний продукт	K		360	217,6794	37,93539	1,999371
Удобрювальний продукт	1L		360	242,3162	24,94116	1,314515
Удобрювальний продукт	2L		360	254,0517	30,72804	1,619510
Удобрювальний продукт	V+1L		360	264,7733	22,06197	1,162768
Удобрювальний продукт	V+2L		360	261,7344	20,82115	1,097371
Удобрювальний продукт	L+1L		360	265,1288	29,14562	1,536109
Удобрювальний продукт	L+2L		360	257,5008	28,42358	1,498054
Обробіток ґрунту	R 25-28		810	245,9810	31,99317	1,124125
Обробіток ґрунту	IR 25-28		810	263,5902	44,16815	1,551910
Обробіток ґрунту	IR 15-18		810	244,0220	30,24553	1,062720
Обробіток ґрунту	IR 5-8		810	241,9304	31,25628	1,098234
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	V	R 25-28	90	235,1863	47,38229	4,994532
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	V	IR 25-28	90	238,3047	54,14735	5,707632
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	V	IR 15-18	90	239,3496	34,12265	3,596843
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	V	IR 5-8	90	238,6228	32,51585	3,427472
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	L	R 25-28	90	233,5685	49,62177	5,230594
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	L	IR 25-28	90	241,0373	40,25837	4,243605
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	L	IR 15-18	90	238,5331	47,98337	5,057891
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	L	IR 5-8	90	242,3718	48,97413	5,162326
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	K	R 25-28	90	224,1544	27,22571	2,869842
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	K	IR 25-28	90	223,2337	42,94518	4,526819
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	K	IR 15-18	90	218,3929	37,50066	3,952916
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	K	IR 5-8	90	204,9366	39,68305	4,182961
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	1L	R 25-28	90	234,4510	14,56453	1,535236
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	1L	IR 25-28	90	259,0406	32,08318	3,381864
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	1L	IR 15-18	90	238,2068	21,89561	2,307999
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	1L	IR 5-8	90	237,5666	20,07604	2,116200
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	2L	R 25-28	90	250,2032	27,25368	2,872790
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	2L	IR 25-28	90	277,1404	40,75965	4,296445
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	2L	IR 15-18	90	247,4601	18,80151	1,981854
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	2L	IR 5-8	90	241,4032	17,06731	1,799053
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	V+1L	R 25-28	90	263,4706	13,91122	1,466372
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	V+1L	IR 25-28	90	282,6288	28,00587	2,952078
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	V+1L	IR 15-18	90	257,6900	16,81514	1,772471
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	V+1L	IR 5-8	90	255,3040	15,40127	1,623436
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	V+2L	R 25-28	90	258,8298	12,59959	1,328113
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	V+2L	IR 25-28	90	277,8042	26,02145	2,742901
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	V+2L	IR 15-18	90	261,1355	15,68597	1,653446
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	V+2L	IR 5-8	90	249,1682	15,39675	1,622960
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	L+1L	R 25-28	90	259,5206	19,30415	2,034836
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	L+1L	IR 25-28	90	293,0676	35,53733	3,745963
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	L+1L	IR 15-18	90	249,5701	19,24371	2,028465
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	L+1L	IR 5-8	90	258,3568	17,55870	1,850850
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	L+2L	R 25-28	90	254,4447	23,10151	2,435113
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	L+2L	IR 25-28	90	280,0547	34,39039	3,625066
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	L+2L	IR 15-18	90	245,8596	20,68140	2,180011
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	L+2L	IR 5-8	90	249,6440	19,78466	2,085486

## Додаток А.2

## Найменша істотна різниця за Фішером (гібрид Гармоніум)

А) Висота Гармоніуму залежно від застосування удобрювальних продуктів.

НЗР крит.: перем. Висота, см (Таблица данных2)  
 Вероятности для апостер. критериев  
 Ошибка: Межгр. MS = 960,79, сс = 3204,0

Удобрювальний продукт	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}
Н ячейки	237,87	238,88	217,68	242,32	254,05	264,77	261,73	265,13	257,50
1	V	0,661446	0,00	0,054156	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
2	L	0,661446	0,00	0,136762	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
3	K	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
4	1L	0,054156	0,136762	0,00	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
5	2L	0,000000	0,000000	0,00	0,000000	0,000004	0,000893	0,000002	0,135575
6	V+1L	0,000000	0,000000	0,00	0,000000	0,000004	0,188488	0,877736	0,001660
7	V+2L	0,000000	0,000000	0,00	0,000000	0,000893	0,188488	0,141877	0,066973
8	L+1L	0,000000	0,000000	0,00	0,000000	0,000002	0,877736	0,141877	0,000972
9	L+2L	0,000000	0,000000	0,00	0,000000	0,135575	0,001660	0,066973	0,000972

Б) Висота Гармоніуму залежно від обробітку ґрунту.

НЗР крит.: перем. Висота, см (Таблица данных2)  
 Вероятности для апостер. критериев  
 Ошибка: Межгр. MS = 960,79, сс = 3204,0

Обробіток ґрунту	{1}	{2}	{3}	{4}
Н ячейки	245,98	263,59	244,02	241,93
1	R 25-28	0,00	0,203496	0,008583
2	IR 25-28	0,000000	0,000000	0,000000
3	IR 15-18	0,203496	0,00	0,174580
4	IR 5-8	0,008583	0,00	0,174580

## Додаток А.3

**Результати статистичної обробки. Висота Хемінгуею залежно від застосування удобрювальних продуктів та обробітку ґрунту**

Ефект	Уровень Фактор	Уровень Фактор	N	Висота, см Среднее	Висота, см Ст.откл.	Висота, см Стд.ош.
<b>Всього</b>			3240	255,4869	34,81763	0,611683
Удобрювальний продукт	V		360	237,2353	43,58873	2,297328
Удобрювальний продукт	L		360	234,0059	46,28275	2,439315
Удобрювальний продукт	K		360	237,7577	37,47984	1,975361
Удобрювальний продукт	1L		360	257,6326	23,64937	1,246431
Удобрювальний продукт	2L		360	262,5481	26,01387	1,371051
Удобрювальний продукт	V+1L		360	266,7751	25,80515	1,360051
Удобрювальний продукт	V+2L		360	267,3472	24,90574	1,312648
Удобрювальний продукт	L+1L		360	271,8968	22,56185	1,189114
Удобрювальний продукт	L+2L		360	264,1839	26,03946	1,372400
Обробіток ґрунту	R 25-28		810	253,9430	32,49197	1,141652
Обробіток ґрунту	IR 25-28		810	267,6107	41,93451	1,473429
Обробіток ґрунту	IR 15-18		810	252,0923	31,61420	1,110810
Обробіток ґрунту	IR 5-8		810	248,3019	28,75923	1,010496
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	V	R 25-28	90	237,0250	44,01753	4,639856
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	V	IR 25-28	90	239,0737	47,28574	4,984354
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	V	IR 15-18	90	236,4023	45,43963	4,789757
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	V	IR 5-8	90	236,4401	37,69491	3,973393
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	L	R 25-28	90	236,1358	45,18528	4,762946
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	L	IR 25-28	90	238,2537	49,57718	5,225894
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	L	IR 15-18	90	231,0304	46,45179	4,896448
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	L	IR 5-8	90	230,6038	44,04215	4,642451
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	K	R 25-28	90	233,1310	38,90158	4,100587
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	K	IR 25-28	90	240,8120	45,80029	4,827774
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	K	IR 15-18	90	240,5059	33,48236	3,529351
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	K	IR 5-8	90	236,5818	29,90185	3,151932
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	1L	R 25-28	90	252,7174	21,12832	2,227121
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	1L	IR 25-28	90	270,8098	25,45521	2,683215
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	1L	IR 15-18	90	255,8152	20,72314	2,184411
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	1L	IR 5-8	90	251,1879	22,06446	2,325799
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	2L	R 25-28	90	258,4826	22,41621	2,362876
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	2L	IR 25-28	90	276,1539	34,00033	3,583950
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	2L	IR 15-18	90	263,4067	20,75411	2,187675
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	2L	IR 5-8	90	252,1491	18,06770	1,904503
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	V+1L	R 25-28	90	265,1501	16,47001	1,736092
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	V+1L	IR 25-28	90	287,1155	30,41384	3,205900
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	V+1L	IR 15-18	90	256,7491	20,11701	2,120519
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	V+1L	IR 5-8	90	258,0858	22,04680	2,323937
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	V+2L	R 25-28	90	272,7222	15,83976	1,669658
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	V+2L	IR 25-28	90	284,0479	25,35718	2,672881
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	V+2L	IR 15-18	90	257,9165	24,10470	2,540858
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	V+2L	IR 5-8	90	254,7023	21,54722	2,271276
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	L+1L	R 25-28	90	268,3571	18,23969	1,922632
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	L+1L	IR 25-28	90	289,3720	28,32047	2,985239
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	L+1L	IR 15-18	90	266,1568	14,94622	1,575470
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	L+1L	IR 5-8	90	263,7011	16,50621	1,739907
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	L+2L	R 25-28	90	261,7654	21,77293	2,295069
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	L+2L	IR 25-28	90	282,8577	33,78993	3,561772
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	L+2L	IR 15-18	90	260,8475	19,01388	2,004239
Удобрювальний продукт*Обробіток ґрунту	L+2L	IR 5-8	90	251,2648	14,80357	1,560433

## Додаток А.4

## Найменша істотна різниця за Фішером (гібрид Хемінгуей)

А) Висота Хемінгуейю залежно від застосування удобрювальних продуктів.

НЗР крит.: перем. Висота, см (Таблица данных2)  
 Вероятности для апостер. критериев  
 Ошибка: Межгр. MS = 948,95, сс = 3204,0

Удобрювальн ий продукт	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}
	237,24	234,01	237,76	257,63	262,55	266,78	267,35	271,90	264,18
V		0,159677	0,820036	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
L	0,159677		0,102356	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
K	0,820036	0,102356		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
1L	0,000000	0,000000	0,000000		0,032363	0,000070	0,000024	0,000000	0,004355
2L	0,000000	0,000000	0,000000	0,032363		0,065713	0,036682	0,000048	0,476251
V+1L	0,000000	0,000000	0,000000	0,000070	0,065713		0,803255	0,025776	0,259162
V+2L	0,000000	0,000000	0,000000	0,000024	0,036682	0,803255		0,047626	0,168383
L+1L	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000048	0,025776	0,047626		0,000791
L+2L	0,000000	0,000000	0,000000	0,004355	0,476251	0,259162	0,168383	0,000791	

Б) Висота Гармоніуму залежно від обробітку ґрунту.

Вероятности для апостер. критериев  
 Ошибка: Межгр. MS = 948,95, сс = 3204,0

Обробіток ґрунту	{1}	{2}	{3}	{4}
	253,94	267,61	252,09	248,30
R 25-28		0,00	0,226738	0,000232
IR 25-28	0,000000		0,000000	0,000000
IR 15-18	0,226738	0,00		0,013329
IR 5-8	0,000232	0,00	0,013329	

## Додаток Б.1

**Результати статистичної обробки. Висота прикріплення першого качана  
Гармоніуму залежно від застосування удобрювальних продуктів та  
обробітку ґрунту**

Ефект	Уровень Фактор	Уровень Фактор	N	Висота прикріплення, см Среднее	Висота прикріплення, см Ст.откл.	Висота прикріплення, см Стд.ош.
Всього			3240	68,40781	13,44347	0,236178
Біодобриво		K	360	55,96282	10,00217	0,527160
Біодобриво		1L	360	56,80228	8,97160	0,472845
Біодобриво		2L	360	55,24919	8,58359	0,452395
<b>Біодобриво</b>		V	360	72,19449	10,40535	0,548410
Біодобриво		V+1L	360	69,94866	8,95695	0,472073
Біодобриво		V+2L	360	69,26051	8,56206	0,451260
Біодобриво		L	360	79,84190	11,79538	0,621671
Біодобриво		L+1L	360	79,28119	8,38003	0,441666
Біодобриво		L+2L	360	77,12923	9,88754	0,521119
Обробітка ґрунту		R 25-28	810	68,04543	15,76016	0,553755
Обробітка ґрунту		IR 25-28	810	73,43492	12,72644	0,447161
Обробітка ґрунту		IR 15-18	810	67,33684	10,81460	0,379986
Обробітка ґрунту		IR 5-8	810	64,81405	12,52050	0,439926
Біодобриво*Обробітка ґрунту		K R 25-28	90	52,58919	9,56435	1,008171
Біодобриво*Обробітка ґрунту		K IR 25-28	90	56,70147	9,54036	1,005643
Біодобриво*Обробітка ґрунту		K IR 15-18	90	61,70108	9,21446	0,971289
Біодобриво*Обробітка ґрунту		K IR 5-8	90	52,85954	9,00260	0,948958
Біодобриво*Обробітка ґрунту		1L R 25-28	90	50,26394	6,73212	0,709627
Біодобриво*Обробітка ґрунту		1L IR 25-28	90	64,19048	7,60850	0,802007
Біодобриво*Обробітка ґрунту		1L IR 15-18	90	60,19035	7,30903	0,770440
Біодобриво*Обробітка ґрунту		1L IR 5-8	90	52,56436	6,31190	0,665333
Біодобриво*Обробітка ґрунту		2L R 25-28	90	50,97295	8,19157	0,863468
Біодобриво*Обробітка ґрунту		2L IR 25-28	90	63,37069	7,33347	0,773016
Біодобриво*Обробітка ґрунту		2L IR 15-18	90	55,04813	7,10472	0,748903
Біодобриво*Обробітка ґрунту		2L IR 5-8	90	51,60498	5,21298	0,549497
Біодобриво*Обробітка ґрунту		V R 25-28	90	71,24457	9,46368	0,997559
Біодобриво*Обробітка ґрунту		V IR 25-28	90	74,76263	9,63845	1,015982
Біодобриво*Обробітка ґрунту		V IR 15-18	90	69,89297	11,71379	1,234742
Біодобриво*Обробітка ґрунту		V IR 5-8	90	72,87777	10,18090	1,073161
Біодобриво*Обробітка ґрунту		V+1L R 25-28	90	69,16776	9,16294	0,965859
Біодобриво*Обробітка ґрунту		V+1L IR 25-28	90	74,39557	7,01929	0,739898
Біодобриво*Обробітка ґрунту		V+1L IR 15-18	90	66,88766	7,77218	0,819259
Біодобриво*Обробітка ґрунту		V+1L IR 5-8	90	69,34363	9,97578	1,051539
Біодобриво*Обробітка ґрунту		V+2L R 25-28	90	65,91642	8,99689	0,948355
Біодобриво*Обробітка ґрунту		V+2L IR 25-28	90	73,73430	7,40973	0,781054
Біодобриво*Обробітка ґрунту		V+2L IR 15-18	90	66,90597	8,35077	0,880248
Біодобриво*Обробітка ґрунту		V+2L IR 5-8	90	70,48536	7,17298	0,756099
Біодобриво*Обробітка ґрунту		L R 25-28	90	84,96258	8,45762	0,891512
Біодобриво*Обробітка ґрунту		L IR 25-28	90	87,89787	7,83175	0,825539
Біодобриво*Обробітка ґрунту		L IR 15-18	90	76,18233	9,48359	0,999658
Біодобриво*Обробітка ґрунту		L IR 5-8	90	70,32483	11,87976	1,252236
Біодобриво*Обробітка ґрунту		L+1L R 25-28	90	80,95403	5,24219	0,552576
Біодобриво*Обробітка ґрунту		L+1L IR 25-28	90	86,67511	6,00358	0,632833
Біодобриво*Обробітка ґрунту		L+1L IR 15-18	90	75,30129	5,95855	0,628087
Біодобриво*Обробітка ґрунту		L+1L IR 5-8	90	74,19433	9,16189	0,965748
Біодобриво*Обробітка ґрунту		L+2L R 25-28	90	86,33743	5,64456	0,594989
Біодобриво*Обробітка ґрунту		L+2L IR 25-28	90	79,18615	8,83299	0,931079
Біодобриво*Обробітка ґрунту		L+2L IR 15-18	90	73,92175	7,13589	0,752189
Біодобриво*Обробітка ґрунту		L+2L IR 5-8	90	69,07161	8,21370	0,865800

## Додаток Б.2

### Найменша істотна різниця за Фішером (гібрид Гармоніум)

А) Висота прикріплення першого качана Гароніуму залежно від застосування  
удобрювальних продуктів.

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = 69,226, сс = 3204,0

Біодобриво	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}
	55,963	56,802	55,249	72,194	69,949	69,261	79,842	79,281	77,129
K		0,175946	0,249927	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
1L	0,175946		0,012316	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
2L	0,249927	0,012316		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
V	0,000000	0,000000	0,000000		0,000298	0,000002	0,000000	0,000000	0,000000
V+1L	0,000000	0,000000	0,000000	0,000298		0,267240	0,000000	0,000000	0,000000
V+2L	0,000000	0,000000	0,000000	0,000002	0,267240		0,000000	0,000000	0,000000
L	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000		0,365983	0,000013
L+1L	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,365983		0,000527
L+2L	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000013	0,000527	

Б) Висота Гармоніуму залежно від обробітку ґрунту.

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = 69,226, сс = 3204,0

Обробітка ґрунту	{1}	{2}	{3}	{4}
	68,045	73,435	67,337	64,814
R 25-28		0,00	0,401498	0,000000
IR 25-28	0,000000		0,000000	0,000000
IR 15-18	0,401498	0,00		0,000000
IR 5-8	0,000000	0,00	0,000000	

## Додаток Б.3

**Результати статистичної обробки. Висота прикріплення першого качана  
Хемінгуею залежно від застосування удобрювальних продуктів та  
обробітку ґрунту**

Ефект	Уровень Фактор	Уровень Фактор	N	Висота прикріплення, см Среднее	Висота прикріплення, см Ст.откл.
<b>Всього</b>			3240	83,59723	11,90609
Біодобриво	K		360	76,14672	12,34793
Біодобриво	1L		360	76,58299	10,68528
Біодобриво	2L		360	76,64037	10,63701
Біодобриво	V		360	91,08626	10,10319
Біодобриво	V+1L		360	87,07688	10,51500
Біодобриво	V+2L		360	89,40192	11,47501
Біодобриво	L		360	88,04565	9,64957
Біодобриво	L+1L		360	83,99070	10,17586
Біодобриво	L+2L		360	83,40360	9,07974
Обробітка ґрунту	R 25-28		810	83,18589	10,23908
Обробітка ґрунту	IR 25-28		810	91,78290	9,45699
Обробітка ґрунту	IR 15-18		810	82,59099	11,03868
Обробітка ґрунту	IR 5-8		810	76,82915	11,71688
Біодобриво*Обробітка ґрунту	K	R 25-28	90	74,40438	10,93853
Біодобриво*Обробітка ґрунту	K	IR 25-28	90	87,25185	10,92933
Біодобриво*Обробітка ґрунту	K	IR 15-18	90	72,83551	11,12819
Біодобриво*Обробітка ґрунту	K	IR 5-8	90	70,09513	8,72850
Біодобриво*Обробітка ґрунту	1L	R 25-28	90	76,98577	7,17528
Біодобриво*Обробітка ґрунту	1L	IR 25-28	90	87,91955	6,98715
Біодобриво*Обробітка ґрунту	1L	IR 15-18	90	73,71629	8,02878
Біодобриво*Обробітка ґрунту	1L	IR 5-8	90	67,71037	8,81699
Біодобриво*Обробітка ґрунту	2L	R 25-28	90	75,81602	6,79161
Біодобриво*Обробітка ґрунту	2L	IR 25-28	90	87,89400	6,02097
Біодобриво*Обробітка ґрунту	2L	IR 15-18	90	76,14406	9,96782
Біодобриво*Обробітка ґрунту	2L	IR 5-8	90	66,70742	6,77401
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V	R 25-28	90	92,19226	9,80766
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V	IR 25-28	90	88,31146	12,78245
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V	IR 15-18	90	92,02328	6,47366
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V	IR 5-8	90	91,81805	9,98984
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V+1L	R 25-28	90	85,16942	6,81472
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V+1L	IR 25-28	90	97,52591	6,94056
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V+1L	IR 15-18	90	88,18183	9,55604
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V+1L	IR 5-8	90	77,43038	7,11581
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V+2L	R 25-28	90	90,43085	6,66502
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V+2L	IR 25-28	90	99,21329	9,16723
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V+2L	IR 15-18	90	88,08336	7,59460
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V+2L	IR 5-8	90	79,88018	12,37530
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L	R 25-28	90	89,70030	9,19659
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L	IR 25-28	90	92,14904	8,73434
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L	IR 15-18	90	87,60931	9,51186
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L	IR 5-8	90	82,72396	8,69638
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L+1L	R 25-28	90	81,85463	7,45812
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L+1L	IR 25-28	90	95,14211	5,43253
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L+1L	IR 15-18	90	80,42199	8,71495
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L+1L	IR 5-8	90	78,54407	9,12980
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L+2L	R 25-28	90	82,11936	7,19274
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L+2L	IR 25-28	90	90,63893	6,45282
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L+2L	IR 15-18	90	84,30331	7,71075
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L+2L	IR 5-8	90	76,55282	8,76530

## Додаток Б.4

## Найменша істотна різниця за Фішером (гібрид Хемінгуей)

А) Висота прикріплення першого качана Хемінгуею залежно від застосування удобрювальних продуктів.

Вероятности для апостер. критериев Ошибка: Межгр. MS = 74,652, сс = 3204,0									
Біодобриво	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}
	76,147	76,583	76,640	91,086	87,077	89,402	88,046	83,991	83,404
K		0,498170	0,443406	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
1L	0,498170		0,929008	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
2L	0,443406	0,929008		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
V	0,000000	0,000000	0,000000		0,000000	0,008953	0,000002	0,000000	0,000000
V+1L	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000		0,000310	0,132601	0,000002	0,000000
V+2L	0,000000	0,000000	0,000000	0,008953	0,000310		0,035280	0,000000	0,000000
L	0,000000	0,000000	0,000000	0,000002	0,132601	0,035280		0,000000	0,000000
L+1L	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000002	0,000000	0,000000		0,362026
L+2L	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,362026	

Б) Висота Хемінгуею залежно від обробітку ґрунту.

Вероятности для апостер. критериев Ошибка: Межгр. MS = 74,652, сс = 3204,0					
№ ячейки	Обробітка ґрунту	{1}	{2}	{3}	{4}
		83,186	91,783	82,591	76,829
1	R 25-28		0,00	0,165956	0,00
2	IR 25-28	0,000000		0,000000	0,00
3	IR 15-18	0,165956	0,00		0,00
4	IR 5-8	0,000000	0,00	0,000000	



## Додаток В.1

## Діаметр стебла кукурудзи у 2020-2022 рр., см

Гібрид	Варіант обробітку ґрунту	Варіант обробки біодобривом									Критерій Дункана
		Контроль	1 LEANUM	2 LEANUM	VITAMIN 07	VITAMIN 07 + 1 LEANUM	VITAMIN 07 + 2 LEANUM	LEANUM	LEANUM +1 LEANUM	LEANUM +2 LEANUM	
Гармоніум	Оранка 25-28 см	1,62	1,71	1,75	1,76	1,73	1,82	1,83	1,87	1,96	0,05
	Плоскорізий обробіток 25-28 см	1,81	1,99	2,29	2,23	1,99	2,08	1,98	2,04	2,10	0,06
	Дискування 15-18 см	1,71	1,83	1,74	1,88	1,96	1,78	1,80	1,75	1,82	0,06
	Дискування 5-8 см	1,63	1,71	1,64	1,67	1,85	1,75	1,78	1,74	1,80	0,06
	Критерій Дункана	0,06									
Хемінгуей	Оранка 25-28 см	1,77	1,81	1,84	1,81	1,81	1,91	1,82	1,89	1,89	0,05
	Плоскорізий обробіток 25-28 см	2,14	2,07	2,14	2,12	2,27	2,02	2,02	2,24	2,33	0,06
	Дискування 15-18 см	1,77	1,71	1,78	1,84	1,81	1,79	1,90	1,72	1,71	0,06
	Дискування 5-8 см	1,76	1,68	1,76	1,73	1,70	1,67	1,87	1,73	1,65	0,06
	Критерій Дункана	0,06									

## Додаток В.2

Результати статистичної обробки. Діаметр стебла Гармоніуму залежно від застосування удобрювальних продуктів та обробітку ґрунту

Ефект	Уровень Фактор	Уровень Фактор	N	Діаметр стебла, см Среднее	Діаметр стебла, см Ст.откл.
<b>Всього</b>			3240	1,844761	0,249834
Біодобриво	K		360	1,694134	0,230823
Біодобриво	1L		360	1,811399	0,211534
Біодобриво	2L		360	1,855788	0,310944
Біодобриво	V		360	1,887313	0,274946
Біодобриво	V+1L		360	1,881531	0,220462
Біодобриво	V+2L		360	1,855134	0,214448
Біодобриво	L		360	1,846491	0,195796
Біодобриво	L+1L		360	1,848918	0,235334
Біодобриво	L+2L		360	1,922138	0,266894
Обробітка ґрунту	R 25-28		810	1,783924	0,202743
Обробітка ґрунту	IR 25-28		810	2,056317	0,243052
Обробітка ґрунту	IR 15-18		810	1,808304	0,209248
Обробітка ґрунту	IR 5-8		810	1,730498	0,207401
Біодобриво*Обробітка ґрунту	K	R 25-28	90	1,622928	0,178446
Біодобриво*Обробітка ґрунту	K	IR 25-28	90	1,810324	0,206188
Біодобриво*Обробітка ґрунту	K	IR 15-18	90	1,709890	0,277161
Біодобриво*Обробітка ґрунту	K	IR 5-8	90	1,633393	0,202426
Біодобриво*Обробітка ґрунту	1L	R 25-28	90	1,709869	0,173368
Біодобриво*Обробітка ґрунту	1L	IR 25-28	90	1,994491	0,139695
Біодобриво*Обробітка ґрунту	1L	IR 15-18	90	1,832127	0,164699
Біодобриво*Обробітка ґрунту	1L	IR 5-8	90	1,709110	0,220136
Біодобриво*Обробітка ґрунту	2L	R 25-28	90	1,752159	0,172401
Біодобриво*Обробітка ґрунту	2L	IR 25-28	90	2,288239	0,211787
Біодобриво*Обробітка ґрунту	2L	IR 15-18	90	1,744384	0,172818
Біодобриво*Обробітка ґрунту	2L	IR 5-8	90	1,638370	0,158852
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V	R 25-28	90	1,763129	0,193415
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V	IR 25-28	90	2,233484	0,151601
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V	IR 15-18	90	1,878354	0,192695
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V	IR 5-8	90	1,674285	0,157027
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V+1L	R 25-28	90	1,733616	0,132234
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V+1L	IR 25-28	90	1,988729	0,175703
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V+1L	IR 15-18	90	1,957906	0,227575
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V+1L	IR 5-8	90	1,845873	0,234466
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V+2L	R 25-28	90	1,818647	0,162382
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V+2L	IR 25-28	90	2,076274	0,230854
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V+2L	IR 15-18	90	1,779151	0,138183
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V+2L	IR 5-8	90	1,746463	0,134785
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L	R 25-28	90	1,828253	0,188591
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L	IR 25-28	90	1,977724	0,175457
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L	IR 15-18	90	1,802340	0,167530
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L	IR 5-8	90	1,777646	0,188951
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L+1L	R 25-28	90	1,865814	0,187594
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L+1L	IR 25-28	90	2,036744	0,229059
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L+1L	IR 15-18	90	1,748155	0,189668
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L+1L	IR 5-8	90	1,744960	0,206403
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L+2L	R 25-28	90	1,960898	0,229263
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L+2L	IR 25-28	90	2,100843	0,273573
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L+2L	IR 15-18	90	1,822430	0,212797
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L+2L	IR 5-8	90	1,804381	0,238233

### Додаток В.3

#### Найменша істотна різниця за Фішером (гібрид Гармоніум)

А) Діаметр стебла Гармоніуму залежно від застосування удобрювальних продуктів.

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = ,03797, сс = 3204,0

Біодобриво	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}
	1,6941	1,8114	1,8558	1,8873	1,8815	1,8551	1,8465	1,8489	1,9221
K		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
1L	0,000000		0,002261	0,000000	0,000001	0,002623	0,015747	0,009834	0,000000
2L	0,000000	0,002261		0,030041	0,076422	0,964086	0,522151	0,636272	0,000005
V	0,000000	0,000000	0,030041		0,690576	0,026792	0,004975	0,008246	0,016556
V+1L	0,000000	0,000001	0,076422	0,690576		0,069243	0,015899	0,024812	0,005208
V+2L	0,000000	0,002623	0,964086	0,026792	0,069243		0,551836	0,668730	0,000004
L	0,000000	0,015747	0,522151	0,004975	0,015899	0,551836		0,867269	0,000000
L+1L	0,000000	0,009834	0,636272	0,008246	0,024812	0,668730	0,867269		0,000000
L+2L	0,000000	0,000000	0,000005	0,016556	0,005208	0,000004	0,000000	0,000000	

Б) Діаметр стебла Гармоніуму залежно від обробітку ґрунту.

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = ,03797, сс = 3204,0

Обробітка ґрунту	{1}	{2}	{3}	{4}
	1,7839	2,0563	1,8083	1,7305
R 25-28		0,00	0,011854	0,000000
IR 25-28	0,000000		0,000000	0,000000
IR 15-18	0,011854	0,00		0,000000
IR 5-8	0,000000	0,00	0,000000	

## Додаток В.4

Результати статистичної обробки. Діаметр стебла Хемінгуею залежно від застосування удобрювальних продуктів та обробітку ґрунту

Ефект	Уровень Фактор	Уровень Фактор	N	Діаметр стебла, см Среднее	Діаметр стебла, см Ст.откл.
Всього			3240	1,874839	0,263420
Біодобриво	K		360	1,861134	0,245813
Біодобриво	1L		360	1,814321	0,234661
Біодобриво	2L		360	1,882606	0,243969
Біодобриво	V		360	1,875247	0,235498
Біодобриво	V+1L		360	1,897044	0,294653
<b>Біодобриво</b>	V+2L		360	1,849917	0,232663
Біодобриво	L		360	1,903505	0,255007
Біодобриво	L+1L		360	1,893851	0,279516
Біодобриво	L+2L		360	1,895921	0,323737
Обробітка ґрунту	R 25-28		810	1,840532	0,189070
Обробітка ґрунту	IR 25-28		810	2,149413	0,227666
Обробітка ґрунту	IR 15-18		810	1,781056	0,201981
Обробітка ґрунту	IR 5-8		810	1,728353	0,206128
Біодобриво*Обробітка ґрунту	K	R 25-28	90	1,774726	0,174186
Біодобриво*Обробітка ґрунту	K	IR 25-28	90	2,139972	0,202983
Біодобриво*Обробітка ґрунту	K	IR 15-18	90	1,774056	0,186933
Біодобриво*Обробітка ґрунту	K	IR 5-8	90	1,755784	0,179387
Біодобриво*Обробітка ґрунту	1L	R 25-28	90	1,808462	0,175568
Біодобриво*Обробітка ґрунту	1L	IR 25-28	90	2,066281	0,195031
Біодобриво*Обробітка ґрунту	1L	IR 15-18	90	1,706856	0,168371
Біодобриво*Обробітка ґрунту	1L	IR 5-8	90	1,675686	0,171943
Біодобриво*Обробітка ґрунту	2L	R 25-28	90	1,841736	0,185068
Біодобриво*Обробітка ґрунту	2L	IR 25-28	90	2,142566	0,218854
Біодобриво*Обробітка ґрунту	2L	IR 15-18	90	1,782696	0,182410
Біодобриво*Обробітка ґрунту	2L	IR 5-8	90	1,763427	0,173735
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V	R 25-28	90	1,810653	0,172776
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V	IR 25-28	90	2,116135	0,192831
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V	IR 15-18	90	1,841346	0,188258
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V	IR 5-8	90	1,732854	0,191485
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V+1L	R 25-28	90	1,810797	0,227068
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V+1L	IR 25-28	90	2,269445	0,242318
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V+1L	IR 15-18	90	1,805523	0,129807
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V+1L	IR 5-8	90	1,702413	0,168941
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V+2L	R 25-28	90	1,913405	0,181944
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V+2L	IR 25-28	90	2,018975	0,200386
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V+2L	IR 15-18	90	1,792717	0,192481
Біодобриво*Обробітка ґрунту	V+2L	IR 5-8	90	1,674571	0,201664
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L	R 25-28	90	1,821522	0,185126
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L	IR 25-28	90	2,022361	0,225240
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L	IR 15-18	90	1,895323	0,270476
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L	IR 5-8	90	1,874816	0,286640
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L+1L	R 25-28	90	1,888625	0,156238
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L+1L	IR 25-28	90	2,241172	0,176149
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L+1L	IR 15-18	90	1,717337	0,198495
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L+1L	IR 5-8	90	1,728272	0,197645
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L+2L	R 25-28	90	1,894859	0,195067
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L+2L	IR 25-28	90	2,327813	0,170730
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L+2L	IR 15-18	90	1,713655	0,201065
Біодобриво*Обробітка ґрунту	L+2L	IR 5-8	90	1,647356	0,174433

### Додаток В.5

#### Найменша істотна різниця за Фішером (гібрид Хемінгуей)

А) Діаметр стебла Хемінгуей залежно від застосування удобрювальних продуктів.

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = ,03803, сс = 3204,0

Біодобриво	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}
	1,8611	1,8143	1,8826	1,8752	1,8970	1,8499	1,9035	1,8939	1,8959
K		0,001292	0,139722	0,331672	0,013545	0,440333	0,003582	0,024464	0,016759
1L	0,001292		0,000003	0,000028	0,000000	0,014384	0,000000	0,000000	0,000000
2L	0,139722	0,000003		0,612685	0,320645	0,024585	0,150592	0,439202	0,359733
V	0,331672	0,000028	0,612685		0,133821	0,081495	0,051973	0,200661	0,155036
V+1L	0,013545	0,000000	0,320645	0,133821		0,001198	0,656711	0,826158	0,938404
V+2L	0,440333	0,014384	0,024585	0,081495	0,001198		0,000231	0,002526	0,001566
L	0,003582	0,000000	0,150592	0,051973	0,656711	0,000231		0,506642	0,601858
L+1L	0,024464	0,000000	0,439202	0,200661	0,826158	0,002526	0,506642		0,886798
L+2L	0,016759	0,000000	0,359733	0,155036	0,938404	0,001566	0,601858	0,886798	

Б) Діаметр стебла Хемінгуей залежно від обробітку ґрунту.

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = ,03803, сс = 3204,0

Обробітка ґрунту	{1}	{2}	{3}	{4}
	1,8405	2,1494	1,7811	1,7284
R 25-28		0,00	0,000000	0,000000
IR 25-28	0,000000		0,000000	0,000000
IR 15-18	0,000000	0,00		0,000000
IR 5-8	0,000000	0,00	0,000000	

## Додаток Г.1

**Результати статистичної обробки. Площа листкової поверхні  
Гармоніуму залежно від застосування удобрювальних продуктів та  
обробітку ґрунту**

Ефект	Уровень Фактор	Уровень Фактор	N	Гармоніум Среднее	Гармоніум Ст.откл.
Біодобриво	V+2L		360	40,64900	11,09532
Біодобриво	L		360	39,23314	10,92090
Біодобриво	L+1L		360	42,21264	12,25124
Біодобриво	L+2L		360	37,41691	8,26772
Обробіток ґрунту	R 25-28		810	42,18862	10,72359
Обробіток ґрунту	IR 25-28		810	41,60185	11,77663
Обробіток ґрунту	IR 15-18		810	42,13947	12,07852
Обробіток ґрунту	IR 5-8		810	37,49805	7,94264
Біодобриво*Обробіток ґрунту	C	R 25-28	90	40,50502	14,34913
Біодобриво*Обробіток ґрунту	C	IR 25-28	90	40,03687	11,18797
Біодобриво*Обробіток ґрунту	C	IR 15-18	90	38,88475	10,35278
Біодобриво*Обробіток ґрунту	C	IR 5-8	90	33,69366	5,58217
Біодобриво*Обробіток ґрунту	C+1L	R 25-28	90	45,11225	10,86428
Біодобриво*Обробіток ґрунту	C+1L	IR 25-28	90	45,16248	10,36509
Біодобриво*Обробіток ґрунту	C+1L	IR 15-18	90	46,68402	14,32059
Біодобриво*Обробіток ґрунту	C+1L	IR 5-8	90	37,27612	5,76629
Біодобриво*Обробіток ґрунту	C+2L	R 25-28	90	43,98420	10,39353
Біодобриво*Обробіток ґрунту	C+2L	IR 25-28	90	41,86761	9,87269
Біодобриво*Обробіток ґрунту	C+2L	IR 15-18	90	42,13023	8,46634
Біодобриво*Обробіток ґрунту	C+2L	IR 5-8	90	38,80285	7,64069
Біодобриво*Обробіток ґрунту	V	R 25-28	90	42,37490	13,22497
Біодобриво*Обробіток ґрунту	V	IR 25-28	90	46,57078	16,12374
Біодобриво*Обробіток ґрунту	V	IR 15-18	90	43,69002	11,97014
Біодобриво*Обробіток ґрунту	V	IR 5-8	90	38,20184	6,61377
Біодобриво*Обробіток ґрунту	V+1L	R 25-28	90	43,38176	8,34016
Біодобриво*Обробіток ґрунту	V+1L	IR 25-28	90	40,90816	10,01249
Біодобриво*Обробіток ґрунту	V+1L	IR 15-18	90	41,97102	9,38431
Біодобриво*Обробіток ґрунту	V+1L	IR 5-8	90	41,56661	7,36621
Біодобриво*Обробіток ґрунту	V+2L	R 25-28	90	40,92396	7,70856
Біодобриво*Обробіток ґрунту	V+2L	IR 25-28	90	43,40546	13,79608
Біодобриво*Обробіток ґрунту	V+2L	IR 15-18	90	42,63743	12,82506
Біодобриво*Обробіток ґрунту	V+2L	IR 5-8	90	35,62915	6,71551
Біодобриво*Обробіток ґрунту	L	R 25-28	90	40,29142	10,35675
Біодобриво*Обробіток ґрунту	L	IR 25-28	90	38,00756	10,63250
Біодобриво*Обробіток ґрунту	L	IR 15-18	90	40,79194	13,03851
Біодобриво*Обробіток ґрунту	L	IR 5-8	90	37,84163	9,14891
Біодобриво*Обробіток ґрунту	L+1L	R 25-28	90	42,08438	10,88026
Біодобриво*Обробіток ґрунту	L+1L	IR 25-28	90	40,93697	11,36716
Біодобриво*Обробіток ґрунту	L+1L	IR 15-18	90	45,84219	14,85902
Біодобриво*Обробіток ґрунту	L+1L	IR 5-8	90	39,98703	10,81920
Біодобриво*Обробіток ґрунту	L+2L	R 25-28	90	41,03968	7,80824
Біодобриво*Обробіток ґрунту	L+2L	IR 25-28	90	37,52080	7,95656
Біодобриво*Обробіток ґрунту	L+2L	IR 15-18	90	36,62359	8,64817
Біодобриво*Обробіток ґрунту	L+2L	IR 5-8	90	34,48357	7,35106

## Додаток Г.2

### Найменша істотна різниця за Фішером (гібрид Гармоніум)

А) Площа листкової поверхні Гармоніуму залежно від застосування  
удобрювальних продуктів.

НЗР крит.; перем. Гармоніум (Таблица данных2) Вероятности для апостер. критериев Ошибка: Межгр. MS = 110,41, сс = 3204,0										
N ячейки	Біодобриво	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}
		38,280	43,559	41,696	42,709	41,957	40,649	39,233	42,213	37,417
1	C		0,000000	0,000013	0,000000	0,000003	0,002508	0,223729	0,000001	0,270492
2	C+1L	0,000000		0,017460	0,278241	0,040909	0,000206	0,000000	0,085762	0,000000
3	C+2L	0,000013	0,017460		0,195882	0,739285	0,181275	0,001676	0,509696	0,000000
4	V	0,000000	0,278241	0,195882		0,336719	0,008560	0,000009	0,525958	0,000000
5	V+1L	0,000003	0,040909	0,739285	0,336719		0,095025	0,000512	0,744026	0,000000
6	V+2L	0,002508	0,000206	0,181275	0,008560	0,095025		0,070727	0,045962	0,000038
7	L	0,223729	0,000000	0,001676	0,000009	0,000512	0,070727		0,000145	0,020456
8	L+1L	0,000001	0,085762	0,509696	0,525958	0,744026	0,045962	0,000145		0,000000
9	L+2L	0,270492	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000038	0,020456	0,000000	

Б) Площа листкової поверхні Гармоніуму залежно від обробітку ґрунту.

Вероятности для апостер. критериев Ошибка: Межгр. MS = 110,41, сс = 3204,0				
Обробіток ґрунту	{1}	{2}	{3}	{4}
R 25-28	42,189	41,602	42,139	37,498
IR 25-28		0,261181	0,925004	0,000000
IR 15-18	0,261181		0,303246	0,000000
IR 5-8	0,925004	0,303246		0,000000
	0,000000	0,000000	0,000000	

## Додаток Г.3

## Результати статистичної обробки. Площа листкової поверхні Хемінгуею залежно від застосування удобрювальних продуктів та обробітку ґрунту

Ефект	Уровень Фактор	Уровень Фактор	N	Хемінгуей Среднее	Хемінгуей Ст.откл.
<b>Всього</b>			3240	45,96103	12,80020
Біодобриво	C		360	42,93532	14,27064
Біодобриво	C+1L		360	46,10142	10,12941
Біодобриво	C+2L		360	48,58246	11,99784
Біодобриво	V		360	42,52277	12,26692
Біодобриво	V+1L		360	47,80108	12,05626
Біодобриво	V+2L		360	47,00589	8,87125
Біодобриво	L		360	43,73384	19,51612
Біодобриво	L+1L		360	46,16223	10,54257
Біодобриво	L+2L		360	48,80426	10,76763
Обробіток ґрунту	R 25-28		810	45,66445	11,76644
Обробіток ґрунту	IR 25-28		810	47,25087	12,91761
Обробіток ґрунту	IR 15-18		810	47,24519	16,43862
Обробіток ґрунту	IR 5-8		810	43,68361	8,47635
Біодобриво*Обробіток ґрунту	C	R 25-28	90	40,39243	11,75149
Біодобриво*Обробіток ґрунту	C	IR 25-28	90	47,07067	17,42260
Біодобриво*Обробіток ґрунту	C	IR 15-18	90	44,73780	15,59504
Біодобриво*Обробіток ґрунту	C	IR 5-8	90	39,54037	9,89175
Біодобриво*Обробіток ґрунту	C+1L	R 25-28	90	46,36702	10,55532
Біодобриво*Обробіток ґрунту	C+1L	IR 25-28	90	46,84632	11,51715
Біодобриво*Обробіток ґрунту	C+1L	IR 15-18	90	47,91111	10,94659
Біодобриво*Обробіток ґрунту	C+1L	IR 5-8	90	43,28122	6,16471
Біодобриво*Обробіток ґрунту	C+2L	R 25-28	90	48,48357	11,72445
Біодобриво*Обробіток ґрунту	C+2L	IR 25-28	90	51,61465	15,06712
Біодобриво*Обробіток ґрунту	C+2L	IR 15-18	90	48,69574	12,02303
Біодобриво*Обробіток ґрунту	C+2L	IR 5-8	90	45,53588	7,27356
Біодобриво*Обробіток ґрунту	V	R 25-28	90	43,23300	13,08765
Біодобриво*Обробіток ґрунту	V	IR 25-28	90	43,28955	13,67480
Біодобриво*Обробіток ґрунту	V	IR 15-18	90	43,30407	12,62214
Біодобриво*Обробіток ґрунту	V	IR 5-8	90	40,26447	9,08281
Біодобриво*Обробіток ґрунту	V+1L	R 25-28	90	45,48323	8,64677
Біодобриво*Обробіток ґрунту	V+1L	IR 25-28	90	51,48532	13,95205
Біодобриво*Обробіток ґрунту	V+1L	IR 15-18	90	50,18525	15,37256
Біодобриво*Обробіток ґрунту	V+1L	IR 5-8	90	44,05052	6,43738
Біодобриво*Обробіток ґрунту	V+2L	R 25-28	90	47,18010	9,68728
Біодобриво*Обробіток ґрунту	V+2L	IR 25-28	90	47,04521	8,72344
Біодобриво*Обробіток ґрунту	V+2L	IR 15-18	90	47,27838	9,51868
Біодобриво*Обробіток ґрунту	V+2L	IR 5-8	90	46,51987	7,52035
Біодобриво*Обробіток ґрунту	L	R 25-28	90	44,11161	14,13250
Біодобриво*Обробіток ґрунту	L	IR 25-28	90	42,66268	12,60013
Біодобриво*Обробіток ґрунту	L	IR 15-18	90	46,85923	32,38454
Біодобриво*Обробіток ґрунту	L	IR 5-8	90	41,30183	10,58023
Біодобриво*Обробіток ґрунту	L+1L	R 25-28	90	46,83636	14,05995
Біодобриво*Обробіток ґрунту	L+1L	IR 25-28	90	46,59733	8,70371
Біодобриво*Обробіток ґрунту	L+1L	IR 15-18	90	45,67349	10,54767
Біодобриво*Обробіток ґрунту	L+1L	IR 5-8	90	45,54174	7,89671
Біодобриво*Обробіток ґрунту	L+2L	R 25-28	90	48,89270	8,65226
Біодобриво*Обробіток ґрунту	L+2L	IR 25-28	90	48,64610	9,17105
Біодобриво*Обробіток ґрунту	L+2L	IR 15-18	90	50,56165	15,97978
Біодобриво*Обробіток ґрунту	L+2L	IR 5-8	90	47,11658	6,87864



### Додаток Г.4

#### Найменша істотна різниця за Фішером (гібрид Хемінгуей)

А) Площа листкової поверхні Хемінгуею залежно від застосування  
удобрювальних продуктів.

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = 156,63, сс = 3204,0

Біодобриво	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}
	42,935	46,101	48,582	42,523	47,801	47,006	43,734	46,162	48,804
C		0,000697	0,000000	0,658339	0,000000	0,000013	0,392054	0,000549	0,000000
C+1L	0,000697		0,007861	0,000127	0,068543	0,332322	0,011194	0,948027	0,003788
C+2L	0,000000	0,007861		0,000000	0,402297	0,091110	0,000000	0,009517	0,812074
V	0,658339	0,000127	0,000000		0,000000	0,000002	0,194290	0,000098	0,000000
V+1L	0,000000	0,068543	0,402297	0,000000		0,394033	0,000013	0,079040	0,282273
V+2L	0,000013	0,332322	0,091110	0,000002	0,394033		0,000458	0,365849	0,053962
L	0,392054	0,011194	0,000000	0,194290	0,000013	0,000458		0,009278	0,000000
L+1L	0,000549	0,948027	0,009517	0,000098	0,079040	0,365849	0,009278		0,004651
L+2L	0,000000	0,003788	0,812074	0,000000	0,282273	0,053962	0,000000	0,004651	

Б) Площа листкової поверхні Хемінгуею залежно від обробітку ґрунту.

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = 156,63, сс = 3204,0

Обробіток ґрунту	{1}	{2}	{3}	{4}
	45,664	47,251	47,245	43,684
R 25-28		0,010789	0,011074	0,001460
IR 25-28	0,010789		0,992715	0,000000
IR 15-18	0,011074	0,992715		0,000000
IR 5-8	0,001460	0,000000	0,000000	

## Додаток Д.1

**Результати статистичної обробки. Концентрація хлорофілу *a* за вирощування Гармоніуму залежно від застосування удобрювальних продуктів та обробітку ґрунту**

Эффект	Уровень Фактор	Уровень Фактор	N	а Среднее	а Ст.откл.
Всего			324	15,12537	4,442351
Обробіток ґрунту	R 25-28		81	14,83183	3,942108
Обробіток ґрунту	IR 25-28		81	14,98697	4,148169
Обробіток ґрунту	IR 15-18		81	16,34531	4,435611
Обробіток ґрунту	IR 5-8		81	14,33735	5,001356
Біодобриво	C		36	15,59050	5,651824
Біодобриво	C+1L		36	14,11383	3,586484
Біодобриво	C+2L		36	14,73312	4,687556
Біодобриво	V		36	14,97083	5,663487
Біодобриво	V+1L		36	14,64586	4,445287
Біодобриво	V+2L		36	13,77442	4,836909
Біодобриво	L		36	14,60660	3,019876
Біодобриво	L+1L		36	16,59186	2,903616
Біодобриво	L+2L		36	17,10128	3,533240
Обробіток ґрунту*Біодобриво	R 25-28	C	9	15,33133	3,306050
Обробіток ґрунту*Біодобриво	R 25-28	C+1L	9	14,81334	2,572505
Обробіток ґрунту*Біодобриво	R 25-28	C+2L	9	15,32436	2,944794
Обробіток ґрунту*Біодобриво	R 25-28	V	9	11,36648	6,523033
Обробіток ґрунту*Біодобриво	R 25-28	V+1L	9	15,57585	3,647386
Обробіток ґрунту*Біодобриво	R 25-28	V+2L	9	13,77828	5,447823
Обробіток ґрунту*Біодобриво	R 25-28	L	9	14,93447	2,558744
Обробіток ґрунту*Біодобриво	R 25-28	L+1L	9	14,97225	2,786576
Обробіток ґрунту*Біодобриво	R 25-28	L+2L	9	17,39011	2,450745
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 25-28	C	9	13,29228	4,819414
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 25-28	C+1L	9	12,95922	3,840936
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 25-28	C+2L	9	17,62622	1,451971
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 25-28	V	9	17,54496	3,653224
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 25-28	V+1L	9	14,80699	4,881837
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 25-28	V+2L	9	13,19048	4,925869
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 25-28	L	9	15,02768	3,908290
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 25-28	L+1L	9	15,01864	2,664903
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 25-28	L+2L	9	15,41622	4,608098
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 15-18	C	9	21,70321	2,154050
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 15-18	C+1L	9	15,79801	3,918650
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 15-18	C+2L	9	12,57433	6,943624
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 15-18	V	9	18,53383	1,337684
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 15-18	V+1L	9	13,54410	3,959747
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 15-18	V+2L	9	14,48681	2,897116
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 15-18	L	9	14,44692	1,904047
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 15-18	L+1L	9	18,44522	2,343799
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 15-18	L+2L	9	17,57536	4,013277
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 5-8	C	9	12,03519	6,219382
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 5-8	C+1L	9	12,88474	3,550760
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 5-8	C+2L	9	13,40756	4,484368
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 5-8	V	9	12,43805	6,250982
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 5-8	V+1L	9	14,65649	5,591890
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 5-8	V+2L	9	13,64210	6,248650
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 5-8	L	9	14,01732	3,702893
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 5-8	L+1L	9	17,93132	2,215245
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 5-8	L+2L	9	18,02342	2,602263

## Додаток Д.2

### Найменша істотна різниця за Фішером (гібрид Гармоніум)

А) Концентрація хлорофілу *a* за вирощування Гармоніуму залежно від застосування удобрювальних продуктів.

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = 16,741, сс = 288,00

Біодобриво	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}
	15,591	14,114	14,733	14,971	14,646	13,774	14,607	16,592	17,101
C		0,126823	0,374727	0,521031	0,328148	0,060692	0,308480	0,299993	0,118320
C+1L	0,126823		0,521289	0,374941	0,581606	0,725140	0,609773	0,010688	0,002143
C+2L	0,374727	0,521289		0,805479	0,927968	0,321015	0,895718	0,054919	0,014657
V	0,521031	0,374941	0,805479		0,736385	0,215772	0,705948	0,093874	0,027956
V+1L	0,328148	0,581606	0,927968	0,736385		0,366960	0,967557	0,044536	0,011416
V+2L	0,060692	0,725140	0,321015	0,215772	0,366960		0,388911	0,003760	0,000645
L	0,308480	0,609773	0,895718	0,705948	0,967557	0,388911		0,040438	0,010179
L+1L	0,299993	0,010688	0,054919	0,093874	0,044536	0,003760	0,040438		0,597751
L+2L	0,118320	0,002143	0,014657	0,027956	0,011416	0,000645	0,010179	0,597751	

Б) Концентрація хлорофілу *a* за вирощування Гармоніуму залежно від обробітку ґрунту

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = 16,741, сс = 288,00

Обробіток ґрунту	{1}	{2}	{3}	{4}
	14,832	14,987	16,345	14,337
R 25-28		0,809500	0,019243	0,442469
IR 25-28	0,809500		0,035485	0,313159
IR 15-18	0,019243	0,035485		0,001972
IR 5-8	0,442469	0,313159	0,001972	

## Додаток Д.3

**Результати статистичної обробки. Концентрація хлорофілу *b* за вирощування Гармоніуму залежно від застосування удобрювальних продуктів та обробітку ґрунту**

Эффект	Уровень Фактор	Уровень Фактор	N	b Среднее	b Ст.откл.
Всего			324	40,21537	1,948995
Обробіток ґрунту	R 25-28		81	40,35323	1,813368
Обробіток ґрунту	IR 25-28		81	40,03318	1,823844
Обробіток ґрунту	IR 15-18		81	39,94253	1,534614
Обробіток ґрунту	IR 5-8		81	40,53256	2,477283
Біодобриво	C		36	39,91543	1,928016
Біодобриво	C+1L		36	40,89139	1,384864
Біодобриво	C+2L		36	39,87795	1,868624
Біодобриво	V		36	38,45362	2,276041
Біодобриво	V+1L		36	40,72855	1,677181
Біодобриво	V+2L		36	41,00166	1,647661
Біодобриво	L		36	40,36258	1,908169
Біодобриво	L+1L		36	40,64026	1,169680
Біодобриво	L+2L		36	40,06693	2,280719
Обробіток ґрунту*Біодобриво	R 25-28	C	9	40,74752	1,129961
Обробіток ґрунту*Біодобриво	R 25-28	C+1L	9	40,47582	0,798797
Обробіток ґрунту*Біодобриво	R 25-28	C+2L	9	40,59820	1,055700
Обробіток ґрунту*Біодобриво	R 25-28	V	9	36,83720	1,966519
Обробіток ґрунту*Біодобриво	R 25-28	V+1L	9	41,02515	1,386207
Обробіток ґрунту*Біодобриво	R 25-28	V+2L	9	41,58558	2,075425
Обробіток ґрунту*Біодобриво	R 25-28	L	9	40,68605	0,860752
Обробіток ґрунту*Біодобриво	R 25-28	L+1L	9	40,88096	0,948620
Обробіток ґрунту*Біодобриво	R 25-28	L+2L	9	40,34256	1,138039
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 25-28	C	9	40,63141	1,211848
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 25-28	C+1L	9	40,82746	1,150658
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 25-28	C+2L	9	38,63031	2,118835
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 25-28	V	9	36,93175	1,500064
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 25-28	V+1L	9	40,75538	1,499801
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 25-28	V+2L	9	40,74252	1,129770
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 25-28	L	9	40,48415	1,088238
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 25-28	L+1L	9	40,97566	0,925138
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 25-28	L+2L	9	40,31997	1,242889
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 15-18	C	9	38,82601	0,798081
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 15-18	C+1L	9	40,50121	1,619917
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 15-18	C+2L	9	38,90944	0,826875
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 15-18	V	9	39,74148	0,675648
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 15-18	V+1L	9	40,93852	1,079260
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 15-18	V+2L	9	41,31779	1,051817
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 15-18	L	9	38,46007	2,052625
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 15-18	L+1L	9	39,74181	0,967074
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 15-18	L+2L	9	41,04646	1,263837
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 5-8	C	9	39,45678	3,154863
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 5-8	C+1L	9	41,76108	1,607264
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 5-8	C+2L	9	41,37386	1,755343
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 5-8	V	9	40,30403	2,197092
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 5-8	V+1L	9	40,19516	2,549780
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 5-8	V+2L	9	40,36075	2,037999
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 5-8	L	9	41,82006	1,787540
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 5-8	L+1L	9	40,96261	1,441504
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 5-8	L+2L	9	38,55871	3,811060

## Додаток Д.4

## Найменша істотна різниця за Фішером (гібрид Гармоніум)

А) Концентрація хлорофілу *b* за вирощування Гармоніуму залежно від застосування добривальних продуктів.

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = 2,6950, сс = 288,00

Біодобриво	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}
	39,915	40,891	39,878	38,454	40,729	41,002	40,363	40,640	40,067
C		0,012199	0,922903	0,000192	0,036473	0,005338	0,248798	0,062048	0,695699
C+1L	0,012199		0,009282	0,000000	0,674184	0,775873	0,172801	0,516842	0,033958
C+2L	0,922903	0,009282		0,000277	0,028724	0,003968	0,211413	0,049784	0,625648
V	0,000192	0,000000	0,000277		0,000000	0,000000	0,000001	0,000000	0,000040
V+1L	0,036473	0,674184	0,028724	0,000000		0,480876	0,345039	0,819670	0,088362
V+2L	0,005338	0,775873	0,003968	0,000000	0,480876		0,099702	0,351092	0,016327
L	0,248798	0,172801	0,211413	0,000001	0,345039	0,099702		0,473567	0,445440
L+1L	0,062048	0,516842	0,049784	0,000000	0,819670	0,351092	0,473567		0,139508
L+2L	0,695699	0,033958	0,625648	0,000040	0,088362	0,016327	0,445440	0,139508	

Б) Концентрація хлорофілу *b* за вирощування Гармоніуму залежно від обробітку ґрунту

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = 2,6950, сс = 288,00

Обробіток ґрунту	{1}	{2}	{3}	{4}
	40,353	40,033	39,943	40,533
R 25-28		0,215730	0,112461	0,487490
IR 25-28	0,215730		0,725543	0,053860
IR 15-18	0,112461	0,725543		0,022904
IR 5-8	0,487490	0,053860	0,022904	

## Додаток Д.5

**Результати статистичної обробки. Концентрація хлорофілу *a* і *b* за вирощування Гармоніуму залежно від застосування удобрювальних продуктів та обробітку ґрунту**

Ефект	Уровень Фактор	Уровень Фактор	N	a+b Среднее	a+b Ст.откл.
Всього			324	55,34074	4,148757
Обробіток ґрунту	R 25-28		81	55,18506	4,234143
Обробіток ґрунту	IR 25-28		81	55,02015	3,402924
Обробіток ґрунту	IR 15-18		81	56,28784	4,250442
Обробіток ґрунту	IR 5-8		81	54,86991	4,545196
Біодобриво	C		36	55,50593	5,261223
Біодобриво	C+1L		36	55,00522	2,601009
Біодобриво	C+2L		36	54,61107	4,373927
Біодобриво	V		36	53,42445	6,482663
Біодобриво	V+1L		36	55,37441	3,123567
Біодобриво	V+2L		36	54,77608	3,764540
Біодобриво	L		36	54,96918	2,857822
Біодобриво	L+1L		36	57,23212	2,111520
Біодобриво	L+2L		36	57,16820	3,825389
Обробіток ґрунту*Біодобриво	R 25-28	C	9	56,07886	2,377601
Обробіток ґрунту*Біодобриво	R 25-28	C+1L	9	55,28916	2,013483
Обробіток ґрунту*Біодобриво	R 25-28	C+2L	9	55,92256	1,996580
Обробіток ґрунту*Біодобриво	R 25-28	V	9	48,20368	8,410567
Обробіток ґрунту*Біодобриво	R 25-28	V+1L	9	56,60100	2,320392
Обробіток ґрунту*Біодобриво	R 25-28	V+2L	9	55,36385	3,467887
Обробіток ґрунту*Біодобриво	R 25-28	L	9	55,62052	2,015574
Обробіток ґрунту*Біодобриво	R 25-28	L+1L	9	55,85322	2,191531
Обробіток ґрунту*Біодобриво	R 25-28	L+2L	9	57,73268	1,381734
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 25-28	C	9	53,92369	3,831124
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 25-28	C+1L	9	53,78668	3,051638
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 25-28	C+2L	9	56,25652	2,085352
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 25-28	V	9	54,47671	4,963783
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 25-28	V+1L	9	55,56238	3,453922
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 25-28	V+2L	9	53,93300	4,231595
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 25-28	L	9	55,51183	2,916273
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 25-28	L+1L	9	55,99430	1,807086
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 25-28	L+2L	9	55,73619	3,538650
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 15-18	C	9	60,52922	1,488396
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 15-18	C+1L	9	56,29922	2,603520
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 15-18	C+2L	9	51,48378	7,094833
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 15-18	V	9	58,27531	0,911428
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 15-18	V+1L	9	54,48262	2,926934
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 15-18	V+2L	9	55,80460	1,962877
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 15-18	L	9	52,90699	3,419122
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 15-18	L+1L	9	58,18704	1,639890
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 15-18	L+2L	9	58,62182	4,010263
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 5-8	C	9	51,49197	6,989784
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 5-8	C+1L	9	54,64582	2,379674
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 5-8	C+2L	9	54,78142	3,001902
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 5-8	V	9	52,74209	5,361564
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 5-8	V+1L	9	54,85165	3,724273
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 5-8	V+2L	9	54,00285	5,016469
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 5-8	L	9	55,83739	2,243412
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 5-8	L+1L	9	58,89392	0,867766
Обробіток ґрунту*Біодобриво	IR 5-8	L+2L	9	56,58213	5,299017

## Додаток Д.6

## Найменша істотна різниця за Фішером (гібрид Гармоніум).

А) Концентрація хлорофілу *a* і *b* за вирощування Гармоніуму залежно від застосування удобрювальних продуктів.

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = 13,554, сс = 288,00

Біодобриво	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}
	55,506	55,005	54,611	53,424	55,374	54,776	54,969	57,232	57,168
C		0,564378	0,303293	0,017089	0,879634	0,400997	0,536700	0,047619	0,056406
C+1L	0,564378		0,650010	0,069540	0,670826	0,791915	0,966898	0,010786	0,013242
C+2L	0,303293	0,650010		0,172547	0,379769	0,849322	0,680142	0,002750	0,003473
V	0,017089	0,069540	0,172547		0,025389	0,120423	0,076106	0,000016	0,000022
V+1L	0,879634	0,670826	0,379769	0,025389		0,491052	0,640864	0,033128	0,039612
V+2L	0,400997	0,791915	0,849322	0,120423	0,491052		0,824056	0,004977	0,006212
L	0,536700	0,966898	0,680142	0,076106	0,640864	0,824056		0,009587	0,011802
L+1L	0,047619	0,010786	0,002750	0,000016	0,033128	0,004977	0,009587		0,941335
L+2L	0,056406	0,013242	0,003473	0,000022	0,039612	0,006212	0,011802	0,941335	

Б) Концентрація хлорофілу *b* за вирощування Гармоніуму залежно від обробітку ґрунту

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = 13,554, сс = 288,00

Обробіток ґрунту	{1}	{2}	{3}	{4}
	55,185	55,020	56,288	54,870
R 25-28		0,775799	0,057610	0,586343
IR 25-28	0,775799		0,029228	0,795289
IR 15-18	0,057610	0,029228		0,014839
IR 5-8	0,586343	0,795289	0,014839	

## Додаток Д.7

**Результати статистичної обробки. Концентрація хлорофілу *a* за вирощування Хемінгуею залежно від застосування удобрювальних продуктів та обробітку ґрунту**

Ефект	Уровень Фактор	Уровень Фактор	N	а Среднее	а Ст.откл.
<b>Всього</b>			324	13,17625	4,083231
Обробіток	R 25-28		81	12,10676	3,884030
Обробіток	IR 25-28		81	14,09232	3,866176
Обробіток	IR 15-18		81	14,27134	3,628190
Обробіток	IR 5-8		81	12,23457	4,472106
Біодобриво	C		36	14,92086	3,115323
Біодобриво	C+1L		36	12,23687	4,181291
Біодобриво	C+2L		36	13,59877	5,005448
Біодобриво	V		36	14,09182	3,928756
Біодобриво	V+1L		36	13,42405	3,842431
Біодобриво	V+2L		36	12,52523	4,668615
Біодобриво	L		36	12,24015	4,105928
Біодобриво	L+1L		36	12,46110	3,741706
Біодобриво	L+2L		36	13,08739	3,427806
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	C	9	14,33487	1,577199
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	C+1L	9	11,48905	4,277401
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	C+2L	9	11,23520	3,959071
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	V	9	11,93721	4,304574
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	V+1L	9	10,99080	4,535198
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	V+2L	9	12,39836	4,661304
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	L	9	11,94044	4,442660
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	L+1L	9	12,11488	3,593222
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	L+2L	9	12,52002	3,507732
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	C	9	13,19983	4,754061
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	C+1L	9	13,48828	2,449188
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	C+2L	9	13,40292	5,427921
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	V	9	14,08951	4,742263
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	V+1L	9	16,98178	2,462799
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	V+2L	9	14,25748	4,841289
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	L	9	11,74453	4,186838
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	L+1L	9	15,16683	1,480840
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	L+2L	9	14,49968	0,863118
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	C	9	17,31884	1,760993
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	C+1L	9	13,61597	5,234255
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	C+2L	9	17,35363	3,397068
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	V	9	14,76789	3,142696
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	V+1L	9	12,37842	3,688997
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	V+2L	9	12,73566	4,425918
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	L	9	14,39685	1,395700
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	L+1L	9	11,36205	2,349820
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	L+2L	9	14,51279	0,932297
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	C	9	14,82992	2,018359
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	C+1L	9	10,35415	4,034675
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	C+2L	9	12,40334	5,398140
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	V	9	15,57266	2,903427
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	V+1L	9	13,34520	1,488012
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	V+2L	9	10,70940	4,842487
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	L	9	10,87876	5,181359
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	L+1L	9	11,20065	5,395243
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	L+2L	9	10,81706	5,176567



## Додаток Д.8

## Найменша істотна різниця за Фішером (гібрид Хемінгуей)

А) Концентрація хлорофілу *a* за вирощування Хемінгуею залежно від застосування добривальних продуктів.

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = 14,793, сс = 288,00

Біодобриво	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}
	14,921	12,237	13,599	14,092	13,424	12,525	12,240	12,461	13,087
C		0,003325	0,145825	0,361216	0,099806	0,008678	0,003363	0,007062	0,044051
C+1L	0,003325		0,134116	0,041648	0,191387	0,750650	0,997116	0,804813	0,348929
C+2L	0,145825	0,134116		0,586948	0,847306	0,237307	0,135053	0,210516	0,573127
V	0,361216	0,041648	0,586948		0,461962	0,085045	0,042007	0,073094	0,268798
V+1L	0,099806	0,191387	0,847306	0,461962		0,322284	0,192613	0,289028	0,710637
V+2L	0,008678	0,750650	0,237307	0,085045	0,322284		0,753393	0,943658	0,535675
L	0,003363	0,997116	0,135053	0,042007	0,192613	0,753393		0,807611	0,350788
L+1L	0,007062	0,804813	0,210516	0,073094	0,289028	0,943658	0,807611		0,490218
L+2L	0,044051	0,348929	0,573127	0,268798	0,710637	0,535675	0,350788	0,490218	

Б) Концентрація хлорофілу *a* за вирощування Хемінгуею залежно від обробітку ґрунту

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = 14,793, сс = 288,00

Обробіток	{1}	{2}	{3}	{4}
	12,107	14,092	14,271	12,235
R 25-28		0,001144	0,000401	0,832662
IR 25-28	0,001144		0,767270	0,002316
IR 15-18	0,000401	0,767270		0,000854
IR 5-8	0,832662	0,002316	0,000854	

## Додаток Д.9

**Результати статистичної обробки. Концентрація хлорофілу *b* за вирощування Хемінгуею залежно від застосування удобрювальних продуктів та обробітку ґрунту**

Ефект	Уровень Фактор	Уровень Фактор	N	б Среднее	б Ст.откл.
Всього			324	40,93986	1,149357
Обробіток	R 25-28		81	40,99935	0,963694
Обробіток	IR 25-28		81	40,93899	1,092376
Обробіток	IR 15-18		81	41,06809	1,069158
Обробіток	IR 5-8		81	40,75300	1,418785
Біодобриво	C		36	41,09068	1,132690
Біодобриво	C+1L		36	40,74415	1,221508
Біодобриво	C+2L		36	40,68416	1,168627
Біодобриво	V		36	41,19506	1,355591
Біодобриво	V+1L		36	41,06279	1,048125
Біодобриво	V+2L		36	40,71636	1,497320
Біодобриво	L		36	40,66772	0,799956
Біодобриво	L+1L		36	41,08245	1,100795
Біодобриво	L+2L		36	41,21537	0,762518
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	C	9	41,25017	0,717052
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	C+1L	9	40,66443	0,487879
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	C+2L	9	40,89043	0,654909
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	V	9	41,59114	1,246509
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	V+1L	9	40,48933	1,012316
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	V+2L	9	40,51952	0,734070
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	L	9	40,55107	0,608735
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	L+1L	9	41,69743	1,241438
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	L+2L	9	41,34064	1,007727
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	C	9	40,96370	1,432779
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	C+1L	9	40,99696	0,791813
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	C+2L	9	40,92571	1,516027
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	V	9	40,97316	1,150767
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	V+1L	9	40,87304	1,338963
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	V+2L	9	40,78885	1,547459
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	L	9	40,64923	0,764699
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	L+1L	9	40,97797	0,564949
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	L+2L	9	41,30233	0,508069
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	C	9	40,88815	1,303378
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	C+1L	9	41,13228	1,602435
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	C+2L	9	40,32792	1,121174
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	V	9	40,92473	1,191336
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	V+1L	9	41,41468	0,929428
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	V+2L	9	41,10126	1,259553
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	L	9	41,12340	0,453445
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	L+1L	9	41,44465	0,442057
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	L+2L	9	41,25578	0,785657
<b>Обробіток*Біодобриво</b>	IR 5-8	C	9	<b>41,26071</b>	1,105365
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	C+1L	9	40,18294	1,578675
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	C+2L	9	40,59257	1,313355
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	V	9	41,29121	1,848726
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	V+1L	9	41,47411	0,620228
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	V+2L	9	40,45580	2,235195
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	L	9	40,34717	1,128657
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	L+1L	9	40,20974	1,342937
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	L+2L	9	40,96274	0,743687

## Додаток Д.10

## Найменша істотна різниця за Фішером (гбрид Хемінгуей)

А) Концентрація хлорофілу *b* за вирощування Хемінгуею залежно від застосування добривальних продуктів.

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = 1,3099, сс = 288,00

Біодобриво	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}
	41,091	40,744	40,684	41,195	41,063	40,716	40,668	41,082	41,215
C		0,199977	0,132919	0,699099	0,917727	0,166333	0,118004	0,975663	0,644276
C+1L	0,199977		0,824169	0,095712	0,238508	0,918010	0,777127	0,210848	0,081742
C+2L	0,132919	0,824169		0,059244	0,161526	0,905076	0,951448	0,140924	0,049893
V	0,699099	0,095712	0,059244		0,624288	0,077034	0,051572	0,676656	0,940034
V+1L	0,917727	0,238508	0,161526	0,624288		0,200102	0,144147	0,941972	0,572104
V+2L	0,166333	0,918010	0,905076	0,077034	0,200102		0,857045	0,175824	0,065365
L	0,118004	0,777127	0,951448	0,051572	0,144147	0,857045		0,125303	0,043265
L+1L	0,975663	0,210848	0,140924	0,676656	0,941972	0,175824	0,125303		0,622566
L+2L	0,644276	0,081742	0,049893	0,940034	0,572104	0,065365	0,043265	0,622566	

Б) Найменша істотна різниця за Фішером. Концентрація хлорофілу *b* за вирощування Хемінгуею залежно від обробітку ґрунту

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = 1,3099, сс = 288,00

Обробіток	{1}	{2}	{3}	{4}
	40,999	40,939	41,068	40,753
R 25-28		0,737411	0,702566	0,171812
IR 25-28	0,737411		0,473433	0,301908
IR 15-18	0,702566	0,473433		0,080829
IR 5-8	0,171812	0,301908	0,080829	

## Додаток Д.11

**Результати статистичної обробки. Концентрація хлорофілу *a* і *b* за вирощування Хемінгуею залежно від застосування удобрювальних продуктів та обробітку ґрунту**

Ефект	Уровень Фактор	Уровень Фактор	N	a+b Среднее	a+b Ст.откл.
Всього			324	54,11611	3,711381
Обробіток	R 25-28		81	53,10611	3,522228
Обробіток	IR 25-28		81	55,03131	3,089004
Обробіток	IR 15-18		81	55,33944	2,994207
Обробіток	IR 5-8		81	52,98757	4,473808
Біодобриво	C		36	56,01155	2,400249
Біодобриво	C+1L		36	52,98102	4,014863
Біодобриво	C+2L		36	54,28293	4,097185
Біодобриво	V		36	55,28688	3,134277
Біодобриво	V+1L		36	54,48684	3,583597
Біодобриво	V+2L		36	53,24158	4,180934
Біодобриво	L		36	52,90786	4,015615
Біодобриво	L+1L		36	53,54355	3,571617
Біодобриво	L+2L		36	54,30276	3,187627
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	C	9	55,58503	1,338363
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	C+1L	9	52,15348	4,117375
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	C+2L	9	52,12563	3,709179
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	V	9	53,52835	3,189162
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	V+1L	9	51,48014	4,510603
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	V+2L	9	52,91788	4,143044
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	L	9	52,49151	3,977845
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	L+1L	9	53,81231	2,523958
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	L+2L	9	53,86066	2,797734
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	C	9	54,16353	3,438920
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	C+1L	9	54,48524	1,858150
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	C+2L	9	54,32863	3,997824
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	V	9	55,06267	3,667082
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	V+1L	9	57,85482	1,672838
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	V+2L	9	55,04634	3,350803
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	L	9	52,39376	3,850210
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	L+1L	9	56,14479	0,945834
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	L+2L	9	55,80201	0,606570
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	C	9	58,20699	0,720544
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	C+1L	9	54,74825	3,922732
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	C+2L	9	57,68155	2,334435
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	V	9	55,69262	3,309360
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	V+1L	9	53,79310	2,858219
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	V+2L	9	53,83692	3,661191
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	L	9	55,52026	1,107894
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	L+1L	9	52,80670	2,221414
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	L+2L	9	55,76857	0,981174
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	C	9	56,09064	1,261929
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	C+1L	9	50,53710	4,602072
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	C+2L	9	52,99591	4,261064
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	V	9	56,86387	1,374789
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	V+1L	9	54,81931	1,128642
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	V+2L	9	51,16520	5,064358
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	L	9	51,22593	5,226877
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	L+1L	9	51,41038	5,494203
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	L+2L	9	51,77980	4,792653

## Додаток Д.12

## Найменша істотна різниця за Фішером (гібрид Хемінгуей)

А) Концентрація хлорофілу *a* і *b* за вирощування Хемінгуею залежно від застосування добривальних продуктів.

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = 11,007, сс = 288,00

Біодобриво	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}
	56,012	52,981	54,283	55,287	54,487	53,242	52,908	53,544	54,303
C		0,000132	0,027852	0,354856	0,052171	0,000463	0,000091	0,001768	0,029680
C+1L	0,000132		0,097022	0,003452	0,055132	0,739216	0,925534	0,472500	0,092063
C+2L	0,027852	0,097022		0,200225	0,794460	0,184020	0,079735	0,345184	0,979786
V	0,354856	0,003452	0,200225		0,307124	0,009378	0,002564	0,026560	0,209232
V+1L	0,052171	0,055132	0,794460	0,307124		0,112383	0,044392	0,228696	0,814061
V+2L	0,000463	0,739216	0,184020	0,009378	0,112383		0,669872	0,699670	0,175833
L	0,000091	0,925534	0,079735	0,002564	0,044392	0,669872		0,416940	0,075510
L+1L	0,001768	0,472500	0,345184	0,026560	0,228696	0,699670	0,416940		0,332421
L+2L	0,029680	0,092063	0,979786	0,209232	0,814061	0,175833	0,075510	0,332421	

Б) Найменша істотна різниця за Фішером. Концентрація хлорофілу *a* і *b* за вирощування Хемінгуею залежно від обробітку ґрунту

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = 11,007, сс = 288,00

	{1}	{2}	{3}	{4}
	53,106	55,031	55,339	52,988
R 25-28		0,000265	0,000025	0,820285
IR 25-28	0,000265		0,554947	0,000111
IR 15-18	0,000025	0,554947		0,000009
IR 5-8	0,820285	0,000111	0,000009	

## Додаток Д. 13

Концентрація хлорофілу *b* в листках у 2020-2022 роках

Гібрид	Варіант обробітку ґрунту	Варіант обробки біодобрином									Критерій Дункана
		Контроль	1 LEANUM	2 LEANUM	VITAMIN 07	VITAMIN 07 + 1 LEANUM	VITAMIN 07 + 2 LEANUM	LEANUM	LEANUM +1 LEANUM	LEANUM +2 LEANUM	
Гармоніум	Оранка 25-28 см	40,7	40,5	40,6	36,8	41,0	41,6	40,7	40,9	40,3	1,2
	Плоскорізнний обробіток на 25-28 см	40,6	40,8	38,6	36,9	40,8	40,7	40,5	41,0	40,3	1,3
	Дискування 15-18 см	38,8	40,5	38,9	39,7	40,9	41,3	38,5	39,7	41,0	1,1
	Дискування 5-8 см	39,5	41,8	41,4	40,3	40,2	40,4	41,8	41,0	38,6	2,2
	Критерій Дункана	1,5									
Хемінгуей	Оранка 25-28 см	41,3	40,7	40,9	41,6	40,5	40,5	40,6	41,7	41,4	0,8
	Плоскорізнний обробіток на 25-28 см	41,0	41,0	40,9	40,9	40,9	40,8	40,6	41,0	40,8	1,1
	Дискування 15-18 см	40,9	41,1	40,3	40,9	41,4	41,1	41,1	41,4	41,3	1,0
	Дискування 5-8 см	41,3	40,2	40,6	41,3	41,5	40,5	40,3	40,2	41,0	1,3
	Критерій Дункана	1,1									

## Додаток Д. 14

Концентрація хлорофілу *a* та *b* в листках у 2020-2022 роках

Гібрид	Варіант обробітку ґрунту	Варіант обробки біодобривом									Критерій Дункана
		Контроль	1 LEANUM	2 LEANUM	VITAMIN O7	VITAMIN O7 + 1 LEANUM	VITAMIN O7 + 2 LEANUM	LEANUM	LEANUM +1 LEANUM	LEANUM +2 LEANUM	
Гармоніум	Оранка 25-28 см	56,1	55,3	55,9	48,2	56,6	55,4	55,6	55,9	57,7	3,3
	Плоскорізний обробіток на 25-28 см	53,9	53,8	56,3	54,5	55,6	53,9	55,5	56,0	55,7	3,2
	Дискування 15-18 см	60,5	56,3	51,5	58,3	54,5	55,8	52,9	58,2	58,6	3,2
	Дискування 5-8 см	51,5	54,6	54,8	52,7	54,9	54,0	55,8	58,9	56,6	4,1
	Критерій Дункана	3,4									
Хемінгуей	Оранка 25-28 см	55,6	52,2	52,1	53,5	51,5	53,9	52,5	53,8	53,7	3,3
	Плоскорізний обробіток на 25-28 см	54,2	54,5	54,3	55,1	57,9	55,0	52,4	56,1	55,8	2,7
	Дискування 15-18 см	58,2	54,7	57,7	55,7	53,8	53,8	55,2	52,8	55,8	2,4
	Дискування 5-8 см	56,1	55,5	53,0	56,9	54,8	51,2	51,2	51,4	51,8	3,8
	Критерій Дункана	3,1									

## Додаток Е. 1

**Результати статистичної обробки. Структура врожаю Гармоніуму залежно від застосування удобрювальних продуктів та обробітку ґрунту.**

Уровень Фактор	Уровень Фактор	Довжина качана Среднее	Довжина качана Ст.откл.	Діаметр качана Среднее	Діаметр качана Ст.откл.	Кількість рядів Среднее	Кількість рядів Ст.откл.	Кількість зерен в ряді Среднее	Кількість зерен в ряді Ст.откл.
		16,74019	3,549893	4,253138	0,302539	15,24809	1,725419	24,42899	5,706625
R 25-28		16,75847	3,739125	4,253086	0,378321	15,47531	1,727385	24,54691	4,423082
IR 25-28		17,33691	3,446968	4,273457	0,302945	15,23457	1,476706	27,28089	6,539428
IR 15-18		16,57345	3,515699	4,266975	0,284002	15,00472	1,962453	23,34574	5,601738
IR 5-8		16,29192	3,439505	4,219033	0,224691	15,27778	1,683866	22,54244	4,919562
C+1		17,24084	3,559743	4,329167	0,332060	15,24127	2,288828	24,87925	5,522944
C+2		16,82167	3,818473	4,351389	0,313990	15,39266	1,783918	25,25282	5,595774
C		15,92049	4,142778	4,188194	0,298646	14,87877	1,684793	24,42218	6,769097
V		15,79307	3,072895	4,229167	0,307849	15,25238	1,888739	24,57557	5,616545
V+1		15,45466	3,240863	4,209722	0,240399	15,09913	1,818082	23,98640	5,301261
V+2		17,25332	2,888718	4,236574	0,226365	15,38016	1,461891	24,55354	5,610293
L		17,66646	3,983414	4,302778	0,352844	15,15516	1,666291	25,35959	4,841549
L+1		17,28229	3,732483	4,245139	0,377647	15,47222	1,500913	23,81603	5,684529
L+2		17,22889	2,669419	4,186111	0,187876	15,36111	1,248160	23,01556	6,150546
R 25-28	C+1	18,31472	2,696765	4,361111	0,462905	15,88889	1,450715	26,81278	4,116682
R 25-28	C+2	17,61986	3,117489	4,400000	0,408728	15,77778	1,352799	25,45389	2,924187
R 25-28	C	15,35903	5,236209	4,177778	0,413814	15,22222	1,957055	23,63167	3,939062
R 25-28	V	14,16458	3,886932	4,094444	0,391787	14,77778	2,390067	23,23972	4,034843
R 25-28	V+1	15,06292	3,353390	4,166667	0,293057	14,83333	2,121320	23,13489	5,074594
R 25-28	V+2	17,35986	3,502441	4,305556	0,294003	15,55556	1,464169	23,87633	4,935125
R 25-28	L	17,43319	2,975109	4,350000	0,394447	15,77778	1,664705	27,38156	4,646433
R 25-28	L+1	18,04917	3,678932	4,238889	0,455217	15,88889	1,450715	22,41850	3,133197
R 25-28	L+2	17,46292	2,871811	4,183333	0,142457	15,55556	1,293523	24,97283	4,624375
IR 25-28	C+1	17,55167	4,108625	4,361111	0,316486	15,05556	1,474179	26,38267	6,907215
IR 25-28	C+2	17,54778	4,015963	4,400000	0,284915	15,55556	1,293523	27,94578	7,140599
IR 25-28	C	15,88222	3,538833	4,155556	0,230657	14,33333	1,236694	31,44667	5,779823
IR 25-28	V	16,18444	2,364978	4,316667	0,295555	15,38889	1,577000	25,28889	4,569558
IR 25-28	V+1	15,62944	3,251925	4,261111	0,259272	15,66667	1,571810	27,29200	5,213840
IR 25-28	V+2	18,58667	2,401872	4,250000	0,220294	15,33333	1,371989	30,52311	5,928474
IR 25-28	L	18,82778	4,476522	4,272222	0,445640	14,66667	1,940285	25,96222	5,460065
IR 25-28	L+1	18,29556	2,841156	4,255556	0,360102	15,22222	1,215370	26,71778	7,499716
IR 25-28	L+2	17,52667	2,257620	4,188889	0,229805	15,88889	1,078610	23,96889	7,403180
IR 15-18	C+1	16,67335	3,802967	4,333333	0,202920	14,68729	3,736789	23,60091	5,100810
IR 15-18	C+2	15,60085	4,315868	4,300000	0,359738	15,12618	1,345188	26,45916	4,103203
IR 15-18	C	16,26544	4,164384	4,288889	0,314154	14,68174	1,936802	23,19917	6,784404
IR 15-18	V	15,59867	3,198206	4,144444	0,220220	14,62063	1,786816	26,92756	8,482097
IR 15-18	V+1	14,81349	3,327637	4,205556	0,169679	14,67428	1,822775	22,50706	5,571366
IR 15-18	V+2	16,96321	3,054144	4,194444	0,186207	14,96507	1,610978	21,44944	3,294539
IR 15-18	L	18,24113	3,362071	4,355556	0,303358	14,84285	1,381009	24,11666	3,709182
IR 15-18	L+1	16,89375	2,577220	4,319444	0,452814	15,88889	1,604732	21,14589	4,388279
IR 15-18	L+2	18,11111	2,633495	4,261111	0,206195	15,55556	1,293523	20,70581	4,451986
IR 5-8	C+1	16,42361	3,454834	4,261111	0,312747	15,33333	1,680336	22,72063	4,868666
IR 5-8	C+2	16,51819	3,676164	4,305556	0,155193	15,11111	2,762967	21,15246	5,228478
IR 5-8	C	16,17528	3,723675	4,130556	0,184023	15,27778	1,447332	19,41120	3,916587
IR 5-8	V	17,22458	1,824079	4,361111	0,230444	16,22222	1,352799	22,84611	3,345139
IR 5-8	V+1	16,31278	3,092422	4,205556	0,233823	15,22222	1,699673	23,01167	4,211469
IR 5-8	V+2	16,10352	2,025872	4,196296	0,188523	15,66667	1,414214	22,36528	2,758581
IR 5-8	L	16,16375	4,674423	4,233333	0,249706	15,33333	1,533930	23,97792	4,936480
IR 5-8	L+1	15,89069	5,100524	4,166667	0,202920	14,88889	1,567647	24,98194	5,446695
IR 5-8	L+2	15,81486	2,527483	4,111111	0,140958	14,44444	0,855585	22,41472	7,136592



## Додаток Е. 2

### Найменша істотна різниця за Фішером (гібрид Гармоніум)

А) Довжина качана гібрида Гармоніум залежно від застосування удобрювальних продуктів.

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = 11,968, сс = 612,00

Біодобриво	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}
	17,241	16,822	15,920	15,793	15,455	17,253	17,666	17,282	17,229
C+1		0,467510	0,022363	0,012297	0,002038	0,982743	0,460682	0,942709	0,983472
C+2	0,467510		0,118574	0,074923	0,018053	0,454368	0,143385	0,424667	0,480292
C	0,022363	0,118574		0,825170	0,419447	0,021130	0,002564	0,018495	0,023601
V	0,012297	0,074923	0,825170		0,557466	0,011571	0,001221	0,010030	0,013030
V+1	0,002038	0,018053	0,419447	0,557466		0,001897	0,000138	0,001602	0,002183
V+2	0,982743	0,454368	0,021130	0,011571	0,001897		0,473924	0,959935	0,966222
L	0,460682	0,143385	0,002564	0,001221	0,000138	0,473924		0,505473	0,448195
L+1	0,942709	0,424667	0,018495	0,010030	0,001602	0,959935	0,505473		0,926236
L+2	0,983472	0,480292	0,023601	0,013030	0,002183	0,966222	0,448195	0,926236	

Б) Довжина качана гібрида Гармоніум залежно від обробітку ґрунту

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = 11,968, сс = 612,00

Обробіток ґрунту	{1}	{2}	{3}	{4}
	16,758	17,337	16,573	16,292
R 25-28		0,132880	0,630436	0,225306
IR 25-28	0,132880		0,047457	0,006742
IR 15-18	0,630436	0,047457		0,464200
IR 5-8	0,225306	0,006742	0,464200	

### Додаток Е. 3

#### Найменша істотна різниця за Фішером (гібрид Гармоніум)

А) Кількість рядів у гібрида Гармоніум залежно від застосування добривальних продуктів.

Вероятности для апостер. критериев									
Ошибка: Межгр. MS = 2,9137, сс = 612,00									
Біодобриво	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}
	15,241	15,393	14,879	15,252	15,099	15,380	15,155	15,472	15,361
C+1		0,594828	0,203081	0,968859	0,617516	0,625587	0,762236	0,417219	0,673720
C+2	0,594828		0,071360	0,622136	0,302592	0,964969	0,404149	0,779822	0,911746
C	0,203081	0,071360		0,189593	0,438900	0,078504	0,331680	<b>0,037393</b>	0,090501
V	0,968859	0,622136	0,189593		0,590301	0,653491	0,732667	0,439969	0,702450
V+1	0,617516	0,302592	0,438900	0,590301		0,323630	0,843934	0,190203	0,357477
V+2	0,625587	0,964969	0,078504	0,653491	0,323630		0,429323	0,746343	0,946648
L	0,762236	0,404149	0,331680	0,732667	0,843934	0,429323		0,265508	0,469385
L+1	0,417219	0,779822	<b>0,037393</b>	0,439969	0,190203	0,746343	0,265508		0,696262
L+2	0,673720	0,911746	0,090501	0,702450	0,357477	0,946648	0,469385	0,696262	

Б) Кількість рядів у гібрида Гармоніум залежно від обробітку ґрунту

Вероятности для апостер. критериев				
Ошибка: Межгр. MS = 2,9137, сс = 612,00				
Обробіток ґрунту	{1}	{2}	{3}	{4}
	15,475	15,235	15,005	15,278
R 25-28		0,204815	<b>0,013362</b>	0,298063
IR 25-28	0,204815		0,226029	0,819859
IR 15-18	<b>0,013362</b>	0,226029		0,150465
IR 5-8	0,298063	0,819859	0,150465	

## Додаток Е. 4

## Найменша істотна різниця за Фішером (гібрид Гармоніум)

А) Кількість зерен в ряді у гібрида Гармоніум залежно від застосування добривальних продуктів.

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = 27,217, сс = 612,00

Біодобриво	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}
	24,879	25,253	24,422	24,576	23,986	24,554	25,360	23,816	23,016
C+1		0,667606	0,599306	0,727018	0,304898	0,708095	0,580852	0,221878	0,032475
C+2	0,667606		0,339795	0,436341	0,145770	0,421574	0,902312	0,098958	0,010315
C	0,599306	0,339795		0,860025	0,616428	0,879961	0,281411	0,485991	0,106237
V	0,727018	0,436341	0,860025		0,498286	0,979796	0,367576	0,382712	0,073284
V+1	0,304898	0,145770	0,616428	0,498286		0,514480	0,114788	0,844717	0,264625
V+2	0,708095	0,421574	0,879961	0,979796	0,514480		0,354279	0,396656	0,077424
L	0,580852	0,902312	0,281411	0,367576	0,114788	0,354279		0,076357	0,007214
L+1	0,221878	0,098958	0,485991	0,382712	0,844717	0,396656	0,076357		0,357620
L+2	0,032475	0,010315	0,106237	0,073284	0,264625	0,077424	0,007214	0,357620	

Б) Кількість зерен в ряді у гібрида Гармоніум залежно від обробітку ґрунту

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = 27,217, сс = 612,00

Обробіток ґрунту	{1}	{2}	{3}	{4}
	24,547	27,281	23,346	22,542
R 25-28		0,000003	0,038667	0,000582
IR 25-28	0,000003		0,000000	0,000000
IR 15-18	0,038667	0,000000		0,166313
IR 5-8	0,000582	0,000000	0,166313	

## Додаток Е. 4

## Найменша істотна різниця за Фішером (гібрид Гармоніум)

А) Діаметр качана гібрида Гармоніум залежно від застосування  
удобрювальних продуктів.

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = ,08954, сс = 612,00

Біодобриво	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}
	4,3292	4,3514	4,1882	4,2292	4,2097	4,2366	4,3028	4,2451	4,1861
C+1		0,656059	0,004858	0,045392	0,016921	0,063852	0,596911	0,092529	0,004268
C+2	0,656059		0,001127	0,014537	0,004653	0,021661	0,330093	0,033535	0,000974
C	0,004858	0,001127		0,411662	0,666145	0,332399	0,021926	0,253986	0,966693
V	0,045392	0,014537	0,411662		0,696760	0,881977	0,140464	0,748881	0,388306
V+1	0,016921	0,004653	0,666145	0,696760		0,590492	0,062539	0,477888	0,636077
V+2	0,063852	0,021661	0,332399	0,881977	0,590492		0,184854	0,863704	0,312017
L	0,596911	0,330093	0,021926	0,140464	0,062539	0,184854		0,248247	0,019641
L+1	0,092529	0,033535	0,253986	0,748881	0,477888	0,863704	0,248247		0,237044
L+2	0,004268	0,000974	0,966693	0,388306	0,636077	0,312017	0,019641	0,237044	

Б) Діаметр качана гібрида Гармоніум залежно від обробітку ґрунту

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = ,08954, сс = 612,00

Обробіток ґрунту	{1}	{2}	{3}	{4}
	4,2531	4,2735	4,2670	4,2190
R 25-28		0,540322	0,676291	0,306140
IR 25-28	0,540322		0,845504	0,102169
IR 15-18	0,676291	0,845504		0,149831
IR 5-8	0,306140	0,102169	0,149831	

## Додаток Е. 5

**Результати статистичної обробки. Структура врожаю Хемінгуею залежно від застосування добривальних продуктів та обробітку ґрунту.**

Уровень Фактор	Уровень Фактор	Довжина Среднее	Довжина Ст.откл.	Діаметр Среднее	Діаметр Ст.откл.	кількість рядів Среднее	кількість рядів Ст.откл.	кількість зерен в ряді Среднее	кількість зерен в ряді Ст.откл.
		18,65185	2,969489	4,280504	0,250090	14,98110	1,398336	26,28897	5,565430
R 25-28		18,22654	2,907215	4,289506	0,270864	14,92593	1,442718	27,22407	5,006391
IR 25-28		19,07747	3,380470	4,300926	0,267985	14,76543	1,464033	26,37593	5,257964
IR 15-18		18,51883	3,125293	4,283642	0,244303	14,99231	1,333582	25,60156	6,319938
IR 5-8		18,78457	2,321425	4,247942	0,211894	15,24074	1,317845	25,95432	5,508707
C+1		18,84539	2,853377	4,276389	0,250348	15,09913	1,638811	26,86536	6,211030
C+2		19,44608	2,606792	4,305093	0,193045	15,16792	1,142768	26,98203	5,013491
C		19,46344	2,362890	4,420833	0,284302	15,03155	1,427137	25,34559	5,263137
V		18,34122	2,849514	4,265278	0,250160	14,80932	1,448535	26,72448	7,209980
V+1		17,74996	3,646565	4,270833	0,264542	14,98849	1,249547	26,35556	5,783388
V+2		18,82148	2,025133	4,177778	0,209104	15,07182	1,522115	26,11508	5,000708
L		18,18566	3,621437	4,297917	0,290996	14,71349	1,322774	26,39314	5,394109
L+1		18,09122	3,379493	4,243750	0,259596	15,00377	1,487258	25,70700	5,529097
L+2		18,92222	2,620892	4,266667	0,165300	14,94444	1,298850	26,11250	4,289257
R 25-28	C+1	19,22222	1,491370	4,366667	0,219625	16,11111	1,875191	28,72222	5,206168
R 25-28	C+2	18,90556	1,443228	4,283333	0,228164	14,77778	1,003263	28,82222	2,970949
R 25-28	C	19,68889	2,780582	4,544444	0,274874	14,77778	1,395605	25,91667	6,513899
R 25-28	V	18,41111	3,331293	4,216667	0,274933	14,55556	1,503808	28,22222	5,293120
R 25-28	V+1	16,35000	2,696239	4,172222	0,294669	14,55556	1,338226	25,77222	5,749047
R 25-28	V+2	18,39444	2,332500	4,161111	0,252374	14,44444	1,580105	27,95000	4,042458
R 25-28	L	18,15000	3,846809	4,422222	0,286060	15,22222	1,215370	28,22222	3,568911
R 25-28	L+1	18,26667	3,232737	4,233333	0,254374	14,88889	1,409584	25,81111	5,701278
R 25-28	L+2	16,65000	2,951819	4,205556	0,063914	15,00000	1,028992	25,57778	4,425269
IR 25-28	C+1	20,07222	2,645486	4,444444	0,212055	14,88889	1,711171	28,48333	6,335730
IR 25-28	C+2	20,77500	2,589813	4,338889	0,181947	15,11111	1,409584	28,37222	5,414665
IR 25-28	C	19,86111	2,339215	4,405556	0,311490	15,00000	1,414214	26,82778	5,817601
IR 25-28	V	18,50556	2,461342	4,211111	0,280522	14,55556	1,652884	24,46111	6,542633
IR 25-28	V+1	18,11111	4,940813	4,316667	0,320386	14,44444	1,293523	26,42778	3,652526
IR 25-28	V+2	19,54444	1,633193	4,238889	0,137793	15,44444	1,503808	23,97222	4,227752
IR 25-28	L	18,20556	4,076687	4,286111	0,300884	14,22222	1,165966	26,15556	5,559329
IR 25-28	L+1	17,02778	4,841828	4,150000	0,285431	14,66667	1,680336	24,98889	4,442163
IR 25-28	L+2	19,59444	1,999256	4,316667	0,245549	14,55556	1,149026	27,69444	3,284988
IR 15-18	C+1	17,83155	3,316633	4,172222	0,263027	14,89650	1,241429	23,76144	5,422265
IR 15-18	C+2	18,81488	3,957857	4,311111	0,234869	15,56057	0,807837	24,42256	6,003563
IR 15-18	C	19,25377	2,588157	4,461111	0,270379	15,01507	1,584385	24,35459	4,381210
IR 15-18	V	17,58155	2,954180	4,277778	0,228950	14,90396	1,402260	26,98126	9,220182
IR 15-18	V+1	18,51095	3,598041	4,333333	0,214202	15,50951	1,089895	27,32778	8,069682
IR 15-18	V+2	19,04703	2,517555	4,188889	0,254116	15,06507	1,694116	26,54367	5,115407
IR 15-18	L	17,82044	3,414096	4,277778	0,236533	14,29840	1,266791	25,07256	6,697281
IR 15-18	L+1	18,27044	2,890163	4,269444	0,240795	15,23729	1,495779	25,73355	6,473423
IR 15-18	L+2	19,53889	2,654439	4,261111	0,175361	14,44444	0,855585	26,21667	4,128559
IR 5-8	C+1	18,25556	3,252731	4,122222	0,155509	14,50000	1,294786	26,49444	6,906474
IR 5-8	C+2	19,28889	1,139602	4,287037	0,114982	15,22222	1,215370	26,31111	4,212291
IR 5-8	C	19,05000	1,722601	4,272222	0,224409	15,33333	1,371989	24,28333	3,913363
IR 5-8	V	18,86667	2,663037	4,355556	0,200653	15,22222	1,215370	27,23333	7,289073
IR 5-8	V+1	18,02778	2,828595	4,261111	0,200408	15,44444	0,921777	25,89444	5,156432
IR 5-8	V+2	18,30000	1,262584	4,122222	0,166470	15,33333	1,188177	25,99444	5,951616
IR 5-8	L	18,56667	3,376911	4,205556	0,315244	15,11111	1,409584	26,12222	5,243770
IR 5-8	L+1	18,80000	1,912190	4,322222	0,246280	15,22222	1,395605	26,29444	5,710720
IR 5-8	L+2	19,90556	1,249222	4,283333	0,109813	15,77778	1,664705	24,96111	5,005073

## Додаток Е. 6

## Найменша істотна різниця за Фішером (гібрид Хемінгуей)

А) Довжина качана гібрида Хемінгуей залежно від застосування  
удобрювальних продуктів.

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = 8,4102, сс = 612,00

Біодобриво	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}
	18,845	19,446	19,463	18,341	17,750	18,821	18,186	18,091	18,922
C+1		0,214416	0,201479	0,297317	0,023777	0,960567	0,172777	0,119199	0,873747
C+2	0,214416		0,971359	0,022601	0,000482	0,196753	0,009337	0,005221	0,278864
C	0,201479	0,971359		0,020570	0,000422	0,184612	0,008412	0,004675	0,263257
V	0,297317	0,022601	0,020570		0,221693	0,320795	0,747687	0,605178	0,229805
V+1	0,023777	0,000482	0,000422	0,221693		0,026996	0,367705	0,480427	0,015582
V+2	0,960567	0,196753	0,184612	0,320795	0,026996		0,188846	0,131338	0,834963
L	0,172777	0,009337	0,008412	0,747687	0,367705	0,188846		0,845144	0,128051
L+1	0,119199	0,005221	0,004675	0,605178	0,480427	0,131338	0,845144		0,086066
L+2	0,873747	0,278864	0,263257	0,229805	0,015582	0,834963	0,128051	0,086066	

Б) Довжина качана гібрида Хемінгуей залежно від обробітку ґрунту

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = 8,4102, сс = 612,00

Обробіток	{1}	{2}	{3}	{4}
	18,227	19,077	18,519	18,785
R 25-28		0,008483	0,364713	0,083816
IR 25-28	0,008483		0,083478	0,363711
IR 15-18	0,364713	0,083478		0,409871
IR 5-8	0,083816	0,363711	0,409871	

## Додаток Е. 7

## Найменша істотна різниця за Фішером (гібрид Хемінгуей)

А) Діаметр качана гібрида Хемінгуей залежно від застосування  
удобрювальних продуктів.

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = ,05648, сс = 612,00

Біодобриво	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}
	4,2764	4,3051	4,4208	4,2653	4,2708	4,1778	4,2979	4,2438	4,2667
C+1		0,468932	0,000288	0,779176	0,888502	0,013054	0,586983	0,410250	0,806189
C+2	0,468932		0,003606	0,315205	0,387418	0,001377	0,856296	0,121974	0,332369
C	0,000288	0,003606		0,000096	0,000168	0,000000	0,002003	0,000009	0,000110
V	0,779176	0,315205	0,000096		0,888502	0,027539	0,410250	0,586983	0,972040
V+1	0,888502	0,387418	0,000168	0,888502		0,019124	0,494386	0,494386	0,916256
V+2	0,013054	0,001377	0,000000	0,027539	0,019124		0,002523	0,096311	0,025180
L	0,586983	0,856296	0,002003	0,410250	0,494386	0,002523		0,171964	0,430445
L+1	0,410250	0,121974	0,000009	0,586983	0,494386	0,096311	0,171964		0,563095
L+2	0,806189	0,332369	0,000110	0,972040	0,916256	0,025180	0,430445	0,563095	

Б) Діаметр качана гібрида Хемінгуей залежно від обробітку ґрунту

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = ,05648, сс = 612,00

Обробіток	{1}	{2}	{3}	{4}
	4,2895	4,3009	4,2836	4,2479
R 25-28		0,665557	0,824329	0,116002
IR 25-28	0,665557		0,513010	0,045245
IR 15-18	0,824329	0,513010		0,176895
IR 5-8	0,116002	0,045245	0,176895	

## Додаток Е. 8

## Найменша істотна різниця за Фішером (гібрид Хемінгуей)

А) Кількість рядів в качані гібрида Хемінгуей залежно від застосування удобрювальних продуктів.

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = 1,8725, сс = 612,00

Біодобриво	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}
	15,099	15,168	15,032	14,809	14,988	15,072	14,713	15,004	14,944
C+1		0,763028	0,767087	0,204320	0,627776	0,904749	0,091366	0,676009	0,497882
C+2	0,763028		0,550088	0,116389	0,431735	0,673644	0,046756	0,471949	0,327537
C	0,767087	0,550088		0,330254	0,850323	0,859876	0,163649	0,903100	0,702660
V	0,204320	0,116389	0,330254		0,432411	0,250189	0,674487	0,394226	0,553757
V+1	0,627776	0,431735	0,850323	0,432411		0,714946	0,228364	0,946613	0,846925
V+2	0,904749	0,673644	0,859876	0,250189	0,714946		0,116657	0,765497	0,576696
L	0,091366	0,046756	0,163649	0,674487	0,228364	0,116657		0,203579	0,311620
L+1	0,676009	0,471949	0,903100	0,394226	0,946613	0,765497	0,203579		0,794863
L+2	0,497882	0,327537	0,702660	0,553757	0,846925	0,576696	0,311620	0,794863	

Б) Кількість рядів в качані гібрида Хемінгуей залежно від обробітку ґрунту

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = 1,8725, сс = 612,00

Обробіток	{1}	{2}	{3}	{4}
	14,926	14,765	14,992	15,241
R 25-28		0,291579	0,662528	0,038819
IR 25-28	0,291579		0,136159	0,001855
IR 15-18	0,662528	0,136159		0,102791
IR 5-8	0,038819	0,001855	0,102791	



## Додаток Е. 6

## Найменша істотна різниця за Фішером (гібрид Хемінгуей)

А) Кількість зерен в ряді гібрида Хемінгуей залежно від застосування добривальних продуктів.

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = 30,699, cc = 612,00

Біодобриво	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}
	26,865	26,982	25,346	26,724	26,356	26,115	26,393	25,707	26,113
C+1		0,899505	0,100325	0,878795	0,581100	0,416831	0,609274	0,210176	0,415230
C+2	0,899505		0,076874	0,780416	0,497767	0,348193	0,523899	0,167863	0,346760
C	0,100325	0,076874		0,135898	0,274518	0,405007	0,257072	0,695659	0,406585
V	0,878795	0,780416	0,135898		0,689655	0,509552	0,719859	0,270965	0,507760
V+1	0,581100	0,497767	0,274518	0,689655		0,794636	0,967549	0,482742	0,792480
V+2	0,416831	0,348193	0,405007	0,509552	0,794636		0,763434	0,658705	0,997769
L	0,609274	0,523899	0,257072	0,719859	0,967549	0,763434		0,457751	0,761303
L+1	0,210176	0,167863	0,695659	0,270965	0,482742	0,658705	0,457751		0,660730
L+2	0,415230	0,346760	0,406585	0,507760	0,792480	0,997769	0,761303	0,660730	

Б) Кількість зерен в ряді гібрида Хемінгуей залежно від обробітку ґрунту

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = 30,699, cc = 612,00

Обробіток	{1}	{2}	{3}	{4}
	27,224	26,376	25,602	25,954
R 25-28		0,168800	0,008613	0,039578
IR 25-28	0,168800		0,208927	0,493705
IR 15-18	0,008613	0,208927		0,566851
IR 5-8	0,039578	0,493705	0,566851	

## Додаток Є. 1

**Результати статистичної обробки. Маса 1000 насінин Гармоніуму залежно від застосування удобрювальних продуктів та обробітку ґрунту.**

Ефект	Уровень Фактор	Уровень Фактор	N	Маса 1000 Среднее	Маса 1000 Ст.откл.
Всього			324	261,4893	36,44395
Обробіток	R 25-28		81	278,2007	34,29209
Обробіток	IR 25-28		81	240,9199	39,81452
Обробіток	IR 15-18		81	260,8499	29,58474
Обробіток	IR 5-8		81	265,9866	31,52794
Біодобриво	C		36	236,2825	39,96762
Біодобриво	C+1		36	244,1555	28,40571
Біодобриво	C+2		36	263,6715	27,35064
Біодобриво	V		36	249,0908	42,85948
Біодобриво	V+1L		36	268,5590	35,55596
Біодобриво	V+2L		36	265,6049	24,40821
Біодобриво	L		36	262,5768	29,87533
Біодобриво	L+1L		36	274,1574	28,27925
Біодобриво	L+2L		36	289,3051	39,48385
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	C	9	270,0793	34,12745
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	C+1	9	257,4579	22,75894
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	C+2	9	269,0292	17,51458
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	V	9	278,2491	35,14033
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	V+1L	9	282,3364	22,64258
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	V+2L	9	283,1707	4,75458
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	L	9	240,1644	22,85230
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	L+1L	9	300,9906	18,20974
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	L+2L	9	322,3286	45,20617
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	C	9	204,8126	43,35711
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	C+1	9	250,9172	20,21985
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	C+2	9	247,6101	44,95781
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	V	9	205,2511	42,86142
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	V+1L	9	245,3136	40,90862
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	V+2L	9	240,5064	31,54373
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	L	9	261,1323	19,30838
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	L+1L	9	246,8001	28,93374
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	L+2L	9	265,9360	39,25864
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	C	9	235,6786	35,32375
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	C+1	9	237,1725	26,10313
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	C+2	9	270,4332	18,28968
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	V	9	245,3053	33,57509
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	V+1L	9	254,5670	20,34392
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	V+2L	9	268,4860	15,92035
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	L	9	289,7711	32,93719
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	L+1L	9	270,5007	16,89416
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	L+2L	9	275,7346	14,15431
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	C	9	234,5595	17,13148
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	C+1	9	231,0744	37,73671
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	C+2	9	267,6135	14,79349
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	V	9	267,5576	17,85904
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	V+1L	9	292,0189	35,63804
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	V+2L	9	270,2564	15,68120
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	L	9	259,2393	22,64910
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	L+1L	9	278,3383	18,91777
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	L+2L	9	293,2213	31,13914

## Додаток Є. 2

### Найменша істотна різниця за Фішером (гібрид Гармоніум)

А) Маса 1000 насінин Гармоніуму залежно від застосування удобрювальних продуктів.

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = 818,46, сс = 288,00

Біодобриво	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}
	236,28	244,16	263,67	249,09	268,56	265,60	262,58	274,16	289,31
C		0,243950	0,000063	0,058504	0,000003	0,000019	0,000120	0,000000	0,000000
C+1	0,243950		0,004092	0,464829	0,000349	0,001628	0,006687	0,000012	0,000000
C+2	0,000063	0,004092		0,031417	0,469157	0,774536	0,871147	0,121031	0,000176
V	0,058504	0,464829	0,031417		0,004182	0,014920	0,046443	0,000242	0,000000
V+1L	0,000003	0,000349	0,469157	0,004182		0,661646	0,375734	0,407087	0,002295
V+2L	0,000019	0,001628	0,774536	0,014920	0,661646		0,653725	0,205700	0,000511
L	0,000120	0,006687	0,871147	0,046443	0,375734	0,653725		0,086980	0,000093
L+1L	0,000000	0,000012	0,121031	0,000242	0,407087	0,205700	0,086980		0,025437
L+2L	0,000000	0,000000	0,000176	0,000000	0,002295	0,000511	0,000093	0,025437	

Маса 1000 насінин Гармоніуму залежно від обробітку ґрунту

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = 818,46, сс = 288,00

Обробіток	{1}	{2}	{3}	{4}
	278,20	240,92	260,85	265,99
R 25-28		0,000000	0,000140	0,006986
IR 25-28	0,000000		0,000013	0,000000
IR 15-18	0,000140	0,000013		0,254133
IR 5-8	0,006986	0,000000	0,254133	

## Додаток Є. 3

**Результати статистичної обробки. Маса 1000 насінин Хемінгуею залежно від застосування удобрювальних продуктів та обробітку ґрунту.**

Ефект	Уровень Фактор	Уровень Фактор	N	Маса 1000 Среднее	Маса 1000 Ст. откл.
<b>Всього</b>			324	256,1883	37,59384
Обробіток	R 25-28		81	260,8686	31,03747
Обробіток	IR 25-28		81	280,7918	45,80006
Обробіток	IR 15-18		81	244,5185	31,12685
Обробіток	IR 5-8		81	238,5743	24,27434
Біодобриво	C		36	228,2227	23,18649
Біодобриво	C+1		36	244,4608	26,71903
Біодобриво	C+2		36	254,6601	25,60653
Біодобриво	V		36	239,3711	30,22830
Біодобриво	V+1L		36	255,4426	38,06280
Біодобриво	V+2L		36	272,1512	35,93033
Біодобриво	L		36	255,0126	44,14897
Біодобриво	L+1L		36	273,3823	40,22564
Біодобриво	L+2L		36	282,9912	36,99291
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	C	9	229,0752	28,28884
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	C+1	9	248,2485	27,50014
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	C+2	9	259,3870	25,70119
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	V	9	255,1602	24,31751
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	V+1L	9	267,2070	28,05660
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	V+2L	9	280,0407	22,88592
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	L	9	264,1809	42,00027
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	L+1L	9	269,7887	33,46287
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	L+2L	9	274,7291	22,31444
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	C	9	238,7455	23,81275
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	C+1	9	251,1724	27,17524
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	C+2	9	263,2249	23,09361
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	V	9	256,6298	33,11410
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	V+1L	9	293,4135	38,49157
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	V+2L	9	295,1106	45,70444
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	L	9	297,3206	42,46359
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	L+1L	9	313,5244	49,97397
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	L+2L	9	317,9843	52,07138
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	C	9	233,4328	20,28067
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	C+1	9	251,5932	26,23025
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	C+2	9	255,9578	26,90896
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	V	9	221,0073	16,73531
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	V+1L	9	225,9689	22,82564
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	V+2L	9	263,2082	39,35682
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	L	9	221,4320	28,99475
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	L+1L	9	253,7078	23,92353
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	L+2L	9	274,3588	25,73389
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	C	9	211,6376	10,39584
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	C+1	9	226,8292	21,60524
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	C+2	9	240,0705	24,52927
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	V	9	224,6871	28,14586
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	V+1L	9	235,1813	18,21492
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	V+2L	9	250,2455	13,91366
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	L	9	237,1168	19,55486
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	L+1L	9	256,5082	17,50869
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	L+2L	9	264,8927	14,44901

## Додаток Є.4

## Найменша істотна різниця за Фішером (гірид Хемінгуей)

А) Маса 1000 насінин Хемінгуею залежно від застосування удобрювальних продуктів.

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = 851,65, сс = 288,00

Біодобриво	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}
	228,22	244,46	254,66	239,37	255,44	272,15	255,01	273,38	282,99
C		0,018907	0,000149	0,106166	0,000096	0,000000	0,000122	0,000000	0,000000
C+1	0,018907		0,139230	0,459936	0,111465	0,000073	0,126125	0,000035	0,000000
C+2	0,000149	0,139230		0,027012	0,909497	0,011518	0,959165	0,006888	0,000050
V	0,106166	0,459936	0,027012		0,020152	0,000003	0,023704	0,000001	0,000000
V+1L	0,000096	0,111465	0,909497	0,020152		0,015748	0,950187	0,009581	0,000079
V+2L	0,000000	0,000073	0,011518	0,000003	0,015748		0,013279	0,858091	0,116143
L	0,000122	0,126125	0,959165	0,023704	0,950187	0,013279		0,008002	0,000061
L+1L	0,000000	0,000035	0,006888	0,000001	0,009581	0,858091	0,008002		0,163504
L+2L	0,000000	0,000000	0,000050	0,000000	0,000079	0,116143	0,000061	0,163504	

Б) Маса 1000 насінин Хемінгуею залежно від обробітку ґрунту

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = 851,65, сс = 288,00

Обробіток	{1}	{2}	{3}	{4}
	260,87	280,79	244,52	238,57
R 25-28		0,000019	0,000425	0,000002
IR 25-28	0,000019		0,000000	0,000000
IR 15-18	0,000425	0,000000		0,195925
IR 5-8	0,000002	0,000000	0,195925	

## Додаток Є. 5

Результати статистичної обробки. Урожайні дані гібриду Гармоніуму залежно від застосування удобрювальних продуктів та обробітку ґрунту

Ефект	Уровень Фактор	Уровень Фактор	N	Урожайність Среднее	Урожайність Ст.откл.
<b>Всього</b>			108	6,362122	1,033805
Обробіток	R 25-28		27	6,815906	0,813956
Обробіток	IR 25-28		27	6,750446	0,951944
Обробіток	IR 15-18		27	5,936541	1,049494
Обробіток	IR 5-8		27	5,945593	0,994726
Біодобриво	C		12	5,504108	1,011379
Біодобриво	C+1L		12	6,195691	1,228708
Біодобриво	C+2L		12	6,452663	0,851320
Біодобриво	V		12	6,065910	0,987308
Біодобриво	V+1L		12	6,288465	1,067644
Біодобриво	V+2L		12	6,678856	0,905690
Біодобриво	L		12	6,713173	0,678975
Біодобриво	L+1L		12	6,569492	0,696336
Біодобриво	L+2L		12	6,790735	1,350103
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	C	3	6,382026	0,602941
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	C+1L	3	6,965028	0,794040
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	C+2L	3	6,788572	0,798302
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	V	3	6,303902	0,574111
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	V+1L	3	6,170888	0,810718
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	V+2L	3	6,770128	0,651634
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	L	3	6,735243	0,709265
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	L+1L	3	6,993434	0,432301
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	L+2L	3	8,233934	0,685217
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	C	3	6,194101	1,137672
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	C+1L	3	7,385118	0,958123
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	C+2L	3	6,755082	0,704648
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	V	3	5,702526	1,364196
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	V+1L	3	6,635009	1,321484
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	V+2L	3	7,394002	0,258745
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	L	3	6,918285	0,500218
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	L+1L	3	6,839537	0,498776
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	L+2L	3	6,930356	1,199492
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	C	3	4,931267	0,188267
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	C+1L	3	5,274200	0,697786
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	C+2L	3	6,630684	0,960829
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	V	3	5,693346	1,139026
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	V+1L	3	5,492296	1,282393
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	V+2L	3	6,032481	1,414196
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	L	3	6,978237	0,753471
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	L+1L	3	6,051912	1,147959
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	L+2L	3	6,344450	0,923738
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	C	3	4,509040	0,291361
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	C+1L	3	5,158420	0,608713
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	C+2L	3	5,636316	0,758610
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	V	3	6,563864	1,005028
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	V+1L	3	6,855668	0,766060
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	V+2L	3	6,518813	0,758430
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	L	3	6,220928	0,825749
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	L+1L	3	6,393084	0,293090
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	L+2L	3	5,654202	1,368905

## Додаток Є.6

## Найменша істотна різниця за Фішером (гібрид Хемінгуей)

а) Урожайність Гармоніуму залежно від застосування удобрювальних продуктів

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = ,76373, сс = 72,000

Біодобриво	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}
	5,5041	6,1957	6,4527	6,0659	6,2885	6,6789	6,7132	6,5695	6,7907
C		0,056491	0,009660	0,119717	0,031130	0,001540	0,001141	0,003859	0,000569
C+1L	0,056491		0,473693	0,717100	0,795578	0,179889	0,151276	0,298271	0,099690
C+2L	0,009660	0,473693		0,281968	0,646738	0,528094	0,467648	0,744272	0,346513
V	0,119717	0,717100	0,281968		0,534730	0,090090	0,073811	0,162408	0,045885
V+1L	0,031130	0,795578	0,646738	0,534730		0,277504	0,237795	0,433465	0,163490
V+2L	0,001540	0,179889	0,528094	0,090090	0,277504		0,923638	0,760082	0,754742
L	0,001141	0,151276	0,467648	0,073811	0,237795	0,923638		0,688344	0,828513
L+1L	0,003859	0,298271	0,744272	0,162408	0,433465	0,760082	0,688344		0,537135
L+2L	0,000569	0,099690	0,346513	0,045885	0,163490	0,754742	0,828513	0,537135	

б) Урожайність Гармоніуму залежно від обробітку ґрунту

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = ,76373, сс = 72,000

Обробіток	{1}	{2}	{3}	{4}
	6,8159	6,7504	5,9365	5,9456
R 25-28		0,783940	0,000422	0,000479
IR 25-28	0,783940		0,001029	0,001159
IR 15-18	0,000422	0,001029		0,969749
IR 5-8	0,000479	0,001159	0,969749	

## Додаток Є. 7

Результати статистичної обробки. Урожайні дані гібриду Хемінгуей залежно від застосування удобрювальних продуктів та обробітку ґрунту

Ефект	Уровень Фактор	Уровень Фактор	N	Урожайність Среднее	Урожайність Ст.откл.
Всього			108	6,804126	1,083660
Обробіток	R 25-28		27	6,903598	1,072663
Обробіток	IR 25-28		27	7,142820	1,143978
Обробіток	IR 15-18		27	6,625867	1,101903
Обробіток	IR 5-8		27	6,544217	0,962674
Біодобриво	C		12	5,958707	0,651259
Біодобриво	C+1L		12	6,658784	0,993513
Біодобриво	C+2L		12	6,856735	0,926725
Біодобриво	V		12	6,507434	0,837281
Біодобриво	V+1L		12	6,960534	1,164504
Біодобриво	V+2L		12	7,064973	1,307194
Біодобриво	L		12	6,596014	0,828591
Біодобриво	L+1L		12	7,052916	1,282267
Біодобриво	L+2L		12	7,581034	1,131509
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	C	3	6,426787	0,893799
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	C+1L	3	6,843931	1,326695
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	C+2L	3	6,929681	1,311828
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	V	3	6,677294	1,011338
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	V+1L	3	6,913679	1,075625
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	V+2L	3	7,186769	1,530777
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	L	3	7,095208	1,020228
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	L+1L	3	7,028164	1,713848
Обробіток*Біодобриво	R 25-28	L+2L	3	7,030873	1,236738
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	C	3	6,296020	0,282945
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	C+1L	3	7,110499	1,147437
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	C+2L	3	7,277438	1,128303
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	V	3	6,379832	0,599453
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	V+1L	3	7,251084	1,341554
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	V+2L	3	6,927605	1,393102
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	L	3	6,896316	0,821845
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	L+1L	3	7,298637	1,540125
Обробіток*Біодобриво	IR 25-28	L+2L	3	8,847955	0,801559
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	C	3	5,735549	0,493020
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	C+1L	3	6,406865	0,875641
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	C+2L	3	6,567236	0,769271
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	V	3	6,595955	1,142492
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	V+1L	3	6,990103	1,803378
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	V+2L	3	7,231151	1,731851
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	L	3	6,029680	0,628449
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	L+1L	3	6,953104	1,561446
Обробіток*Біодобриво	IR 15-18	L+2L	3	7,123163	0,843985
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	C	3	5,376474	0,358120
<b>Обробіток*Біодобриво</b>	IR 5-8	C+1L	3	6,273843	0,954171
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	C+2L	3	6,652586	0,822233
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	V	3	6,376654	1,031101
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	V+1L	3	6,687272	1,003114
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	V+2L	3	6,914368	1,410263
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	L	3	6,362852	0,770159
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	L+1L	3	6,931758	1,080427
Обробіток*Біодобриво	IR 5-8	L+2L	3	7,322145	0,938475



## Додаток Є.8

## Найменша істотна різниця за Фішером (гібрид Хемінгуей)

А) Урожайність Хемінгуею залежно від застосування удобрювальних продуктів

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = 1,2747, сс = 72,000

Біодобриво	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}
	5,9587	6,6588	6,8567	6,5074	6,9605	7,0650	6,5960	7,0529	7,5810
C		0,133172	0,055271	0,237756	0,033029	0,018976	0,171033	0,020267	0,000753
C+1L	0,133172		0,668863	0,743586	0,514764	0,381108	0,892054	0,395331	0,049174
C+2L	0,055271	0,668863		0,451020	0,822460	0,652778	0,573386	0,671646	0,120467
V	0,237756	0,743586	0,451020		0,328879	0,230378	0,848141	0,240516	0,022654
V+1L	0,033029	0,514764	0,822460	0,328879		0,821385	0,431624	0,841710	0,182452
V+2L	0,018976	0,381108	0,652778	0,230378	0,821385		0,312347	0,979202	0,266589
L	0,171033	0,892054	0,573386	0,848141	0,431624	0,312347		0,324865	0,035989
L+1L	0,020267	0,395331	0,671646	0,240516	0,841710	0,979202	0,324865		0,255673
L+2L	0,000753	0,049174	0,120467	0,022654	0,182452	0,266589	0,035989	0,255673	

Б) Урожайність Хемінгуею залежно від обробітку ґрунту

Вероятности для апостер. критериев  
Ошибка: Межгр. MS = 1,2747, сс = 72,000

Обробіток	{1}	{2}	{3}	{4}
	6,9036	7,1428	6,6259	6,5442
R 25-28		0,438814	0,369093	0,246034
IR 25-28	0,438814		0,096831	0,055303
IR 15-18	0,369093	0,096831		0,791213
IR 5-8	0,246034	0,055303	0,791213	

## Додаток Ж.1

## Патент на корисну модель «Спосіб припосівної інокуляції насіння»



## Додаток 3.1

### Акт впровадження в господарство ФГ «КВІОС-АГРО»

ФГ «КВІОС-АГРО» Чернігівського р-ну, Чернігівської обл.

#### АКТ

#### впровадження завершеної наукової розробки

#### «Урожайність кукурудзи залежно від використання удобрювальних продуктів LEANUM та VITAMIN O7»

Даним актом підтверджуємо, що у 2021 році в господарстві ФГ «КВІОС-АГРО» Чернігівського р-н, Чернігівської обл. на площі 30 га впроваджувалась науково-технічна розробка «Урожайність кукурудзи залежно від використання удобрювальних продуктів LEANUM та VITAMIN O7».

*Умови проведення впровадження:* Північно-східний лісостеп, ґрунт – сірий лісовий, рН – 6,5.

*Суть впровадження НТР:* досліджувався вплив удобрювальних продуктів LEANUM та VITAMIN O7 для виявлення потенціального впливу на урожайність кукурудзи гібридів Гармоніум та Хемінгуей, також їх вплив на економічну ефективність, обробіток ґрунту – плоскорізний на глибину 25-28 см.

Результати впровадження: Серед гібридів найвищу врожайність (на контролі) одержано за вирощування Хемінгуею 6,4 т/га. У гібриду Гармоніум врожайність становила 6,2 т/га, що на 0,2 т/га менше. Обробка удобрювальними продуктами призвела до збільшення врожайності. Найбільший приріст було отримано за виконання комбінованої обробки інокуляції LEANUM та обробок по листу двічі LEANUM для обох гібридів, незалежно від варіантів попередньої інокуляції, для Гармоніуму найвищий приріст становив 1,13 т/га, для Хемінгуею – 1,54 т/га. Найбільший чистий прибуток забезпечує гібрид Хемінгуей із виконанням комбінованих обробок LEANUM (інокуляція + двічі по листу) забезпечивши приріст прибутку на 7440 грн/га.

Керівник господарства

Яковенко С.М.



## Додаток 3.2

### Акт впровадження в господарство ТОВ АФ «Хвиля»

ТОВ АФ «Хвиля»

Сумська обл., Сумський р-н, с. Осоївка, Краснопільська ОТГ

АКТ

впровадження завершеної наукової розробки

«Урожайність кукурудзи на зерно залежно від використання  
удобрювальних продуктів з ефективними мікроорганізмами **Leanum** та  
**Vitamin O7**»

Цим актом підтверджується, що в 2022 році у господарстві ТОВ АФ "Хвиля", розташованому в Сумській області, Сумському районі, на площі 30 гектарів була проведена науково-технічна розробка під назвою "Урожайність кукурудзи на зерно залежно від використання удобрювальних продуктів з ефективними мікроорганізмами Leanum та Vitamin O7".

*Умови проведення впровадження:* Північно-східний Лісостеп, ґрунт – чорнозем, рН – 6,5.

*Суть впровадження НТР:* досліджено, як використання удобрювальних продуктів Leanum та Vitamin O7 впливає на врожайність гібридів кукурудзи Гармоніум та Хемінгуей, а також на їх прибутковість при виконанні основного обробітку ґрунту шляхом проведення оранки на глибину 25-28 см.

*Результати впровадження:* Серед гібридів найвищу врожайність (на контролі) отримали при вирощуванні гібриду Хемінгуей, де врожайність склала 6,0 тон на гектар. Але гібрид Гармоніум виявився більш врожайним, з результатом 6,3 тон на гектар, що на 0,3 тони на гектар більше. Використання удобрювальних продуктів спричинило зростання врожайності. Найбільший приріст врожайності було зафіксовано при використанні комбінованого методу інокуляції LEANUM та обробки LEANUM по листу двічі для обох гібридів. Для гібриду Гармоніум приріст врожайності становив 1,47 тон на гектар, а для гібриду Хемінгуей - 1,05 тони на гектар. Гібрид Гармоніум, який був підданий комбінованим обробкам LEANUM (інокуляція + двічі обробка по листу), приніс найвищий чистий прибуток, забезпечивши приріст прибутку на рівень 7035 гривень на гектар.

Керівник господарства

Герман О.В.

